

الوحدة الثانية

بسم الله الرحمن الرحيم مقدمة فى الفيزياء الحديثة

الفصل الخامس

ازدواجية الموجة والجسيم



• تنقسم دراسة الفيزياء إلى :

(أ) الفيزياء الكلاسيكية (التقليدية)

هى كل ما سبق دراسته حتى الآن والخاص بالملاحظات اليومية والتجارب العملية

وهى عالم العيان الماكروسكوبى

(ب) الفيزياء الكمية (الحديثة) :

هى التى تتعامل مع الظواهر العلمية التى لا نراها مباشرة وخاصة الظواهر

الالكترونية وهى عالم المجهرى الميكروسكوبى ولا تستطيع الفيزياء الكلاسيكية

تفسيره

• الطيف الكهرومغناطيسى : يشمل كل الموجات الكهرومغناطيسية مرتبة حسب λ ، ν ، مساعداً أو متنازلاً

وسرعتها ثابتة فى الفراغ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$



الاشعاع الحرارى

• عند تسخين أى جسم ساق حديد مثلاً فإن الحرارة تسبب انبعاث اشعاع له تردد وطول

موجى معين فى البداية يكون الاشعاع فى منطقة الأشعة تحت الحمراء وبزيادة درجة

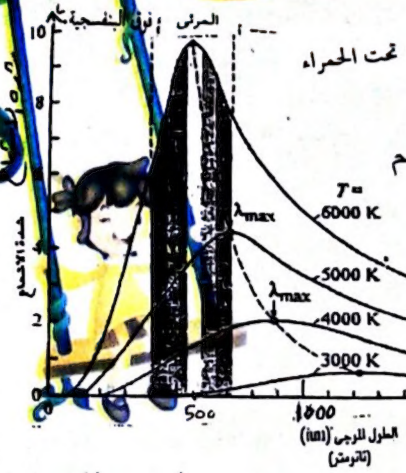
الحرارة يشع لون احمر أى تصبح احمر ثم تتحول الى اللون الاصفر فى النهاية

الابيض عند حوالى 6000K درجة حرارة الشمس

• والمصدر لا يشع كل الاطوال الموجية بنفس القدر ولكن تختلف شدة الاشعاع

مع الطول الموجى





• علاقة بين شدة الاشعاع واطول الموجي ودرجة الحرارة :-

يستخدم لذلك الجسم الى يشع الطاقة التي يكتسبها وهو الجسم الاسود ودراسة توزيع الطاقة نجد الاتي :

١. كلما زادت درجة الحرارة تزيد شدة الاشعاع

٢. λ_m الطول الموجي عند اقصى شدة اشعاع

يتناسب عكسيا مع T درجة الحرارة كلفن

٣. اذا زادت λ جدا او قلت جد فان شدة الاشعاع

تقترب من الصفر عند كل درجة حرارة يشع الجسم الساخن أطوال موجية مختلفة وتغطي مدى كبير.

٤. بارتفاع درجة الحرارة تزداد λ_m جهة الضوء المرئي (والأقرب)

٥. قانون فين :- الإتي: كلما زادت درجة الحرارة على تدرج كلفن يقل الطول الموجي عند أقصى شدة إشعاع

أى تناسب عكسياً. $\lambda_m \cdot T = \text{const} = (2.89 \times 10^3)$

• بالنسبة للشمس درجة حرارتها 6000 K تقع λ_m عند 5000 Å والشمس تشع 40% من

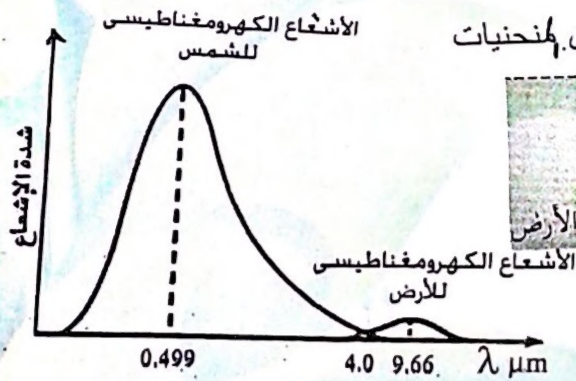
الطاقة الاشعاعية لها ضوء مرئي ، 50% اشعاع حرارى

• المصباح المتوهج يشع 20% ضوء فقط $\lambda_m = 1000 \text{ nm}$ عند 3000 K ، 80% حرارى

• وجد بلانك ان هذا المنحنى يتكرر مع الاجسام الساخنة

وليس الشمس فقط بل الأرض أيضاً تشع اشعاعات عندما تصور من الفضاء الخارجى

• يمكن حساب درجة حرارة اى جسم او نجم من المنحنيات



ملحوظة

من المنحنى السابق يمكن معرفة درجة حرارة الشمس والأرض

فى الشمس $\lambda_m \cdot T = 2.89 \times 10^{-3} \text{ m.k}$

احسب بالمثل متوسط درجة حرارة الأرض $T = \frac{2.89 \times 10^{-3}}{0.499 \times 10^{-6}} \approx 6000 \text{ K}$

الاستفادة من دراسة الاشعاع الحرارى

١. معرفه مصادر الثروة الطبيعية

٢. تستخدم فى الحروب واجهزة الرؤية الليلية

٣. تستخدم فى مجال الطب لمعرفة مكان وحجم الاورام السرطانية - وكذلك الأجنة

٤. تستخدم فى الادلة الجنائية حيث يبقى الاشعاع الحرارى لشخص بعد فترة من

انصرافه وتسمى هذه التقنية الاستشعار عن بعد

Black Body Radiation : إشعاع الجسم الأسود

الجسم الاسود هو الجسم الذى يمتص جميع الطاقة الاشعاعية الساقطة عليه ذات الأطوال الموجية المختلفة

والجسم الاسود ممتص مثالى Perfect absorber وهو أيضاً باعث مثالى Perfect emitter .

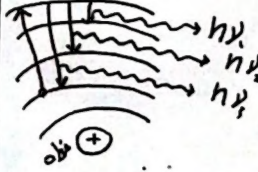
تصور الجسم الاسود :



يمكن تشبيه الجسم الاسود بفجوة مغلقة بها ثقب صغير تدخل منه الطاقة الاشعاعية يمتص لجزء أكبر وينعكس الباقي عدة مرات كل مرة تمتص جزء من الطاقة ولايخرج منه جزء يسير والتجويف من الداخل مغطى بطلاء أسود (سناج) وسطحه الداخلى خشن وجدير بالذكر ان الثقب فى التجويف هو الجسم الاسود وليس التجويف كله

والجسم الاسود عند التسخين يشع اشعاعات حسب درجة حرارته ويمكن اذا زادت

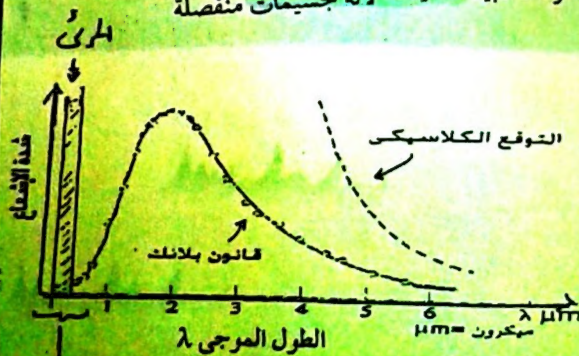
تفسير الخاصية المادية للضوء من الأشعاع الحرارى:



وقد وجد بلانك عام ١٩٠٠ -حاصل على جائزة نوبل عام ١٩١٨، لأن تفسير هذه النتائج يستلزم فرض أن ذرات الجسم الساخن لا ينبغى أن تهتز مع كل قيم ممكنة للطاقة - وإنما تهتز فقط عندما تكون طاقتها مساوية لمقدار يتناسب مع التردد - وبالأذات عندما تكون الطاقة مساوية للمقدار $h\nu$ أو $2h\nu$ أو $3h\nu$ حيث n عدد صحيح ، ν تردد الفوتون المنبعث ، h ثابت بلانك $h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

معنى ذلك أن الطاقة الإشعاعية ليست متصلة ولكنها كماء [quantized values of energy] وهذا

يعنى أن نظرية الكم لا تنظر للإشعاع كتيار مستمر من الطاقة بل كدفقات منفصلة طاقة كل منها تتناسب مع تردد الإشعاع وبذلك أصبحت الطاقة ذات طبيعة ذرية مثل المادة وكما لا يمكن أن تنقسم الذرة فكذا كم الطاقة وهذا يوضح من إشعاع الجسم الأسود أن الضوء له طبيعة مادية لأنه جسيمات منفصلة



فى هذا المنحنى يتضح أن الإشعاع يقل مع زيادة التردد وهذا عكس التوقعات فى الفيزياء الكلاسيكية وتفسير ذلك الذرة المثارة فى مستويات عالية جدا لانهبط منه الى المستوى المنخفض جدا مره واحده ولو حدث تشع فوتونات طاقتها عالية جدا وهذا لا يحدث تقريبا ولكن تهبط على مراحل تشع فوتونات ذات طاقة مختلفة

وكذلك لانهبط من مستوى عال الى اقل منه مباشرة فيكون الفرق صغير (طاقة)

الانبعاث الالكتروني من السطح :

اي معدن يوجد به الكترونات حرة تتحرك داخله ولكنه لا تترك السطح بسبب قوى التجاذب يسمى حاجز جهد السطح Surface Potential Barrier.

تنبعث الالكترونات من السطح عند اعطاءه اما

أ - طاقة حرارية انبعاث حراري كما في

أما ب- طاقة ضوئية انبعاث كهروضوئي

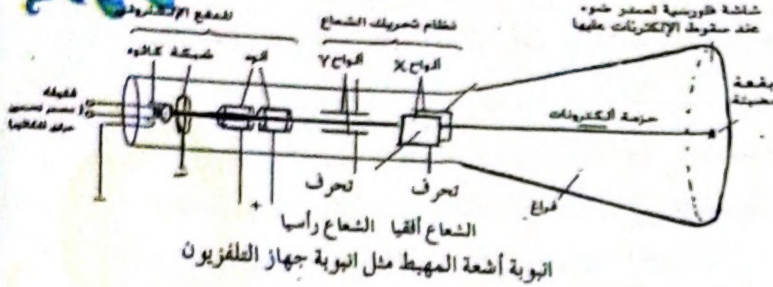
الطاقة الحرارية:

كما في أنبوبة اشعة الكاثود :

اعطاء السطح طاقة حرارية

حتى تتحرر الالكترونات اي

انبعاث أيوني حراري



- تتركب الأنبوبة من مهبط او كاثود يسخن بواسطة فتيلة تتجستين فتتحرر الالكترونات منه ويسمى مدفع الكتروني حيث تتغلب الالكترونات المنطلقة منه على حاجز جهد السطح تتجذب الالكترونات الى المصعد (القطب الموجب) مما يسبب تيارا في الدائرة الخارجية ثم تصطدم هذه الالكترونات بالشاشة محدثة ضوء تختلف شدته من نقطة الى اخرى حسب الاشارة المرسله التي تتحكم في شدة تيار الالكترونات عن طريق شبكة خاصة في طريق الالكترونات (Grid) ويمكن توجيه حزمه الالكترونات بواسطة مجالات كهربية او مغناطيسية (الواح X-X و Y-Y) متعامدة بطريقه معينة حتى تمشح الشاشة 25 مره في الثانية وبذلك تكتمل الصورة وتبدو ثابتة على الشاشة 10 الى 12 (X-X) (Y-Y) على جهد تردد يتواءم مع

الطاقة الضوئية:

كما في الظاهرة الكهروضوئية او التأثير الكهروضوئي

وهي ظاهرة لنطلاق الالكترونات من اسطح بعض الفلزات عند سقوط الضوء عليها

$$E_w = h\nu_c$$

★ هي أقل طاقة تلزم لانبعاث الإلكترونات من السطح

دالة الشغل لسطح E_w :

$$E_w = h\nu_c$$

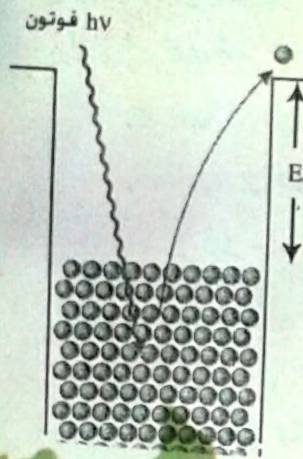
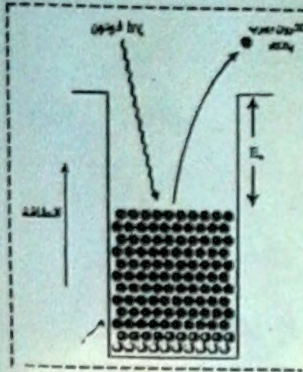
★ والإلكترون المنبعث يسمى إلكترون كهروضوئي

★ والطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون تختلف باختلاف نوع السطح. أي لكل سطح دالة شغل تميزه.

(λ_c) التردد الحرج : هو أقل تردد يلزم لانبعاث الالكترونات من السطح بدون طاقة

السؤال الهام

هل طاقة الحركة للإلكترونات تزيد بزيادة شدة الاضاءة وهل تسليط الضوء ذو التردد الأقل لمدة طويلة يعطى الالكترونات الطاقة اللازمة لخروجها وهل تتجمع الطاقة حتى تكفى لانبعاث الاليكترون من سطح.



~~والإجابة على ذلك بالنفي لأن ذلك يبنى على النظرية الكلاسيكية ولكن~~

★ والإجابة على ذلك بالنفي لأن ذلك يبنى على النظرية الكلاسيكية ولكن:

١ - انطلاق الإلكترونات يتوقف على تردد الضوء الساقط [v] فقط وليس شدته.

٢ - يحتاج انبعاث الإلكترونات من سطح معدن تردد معين يسمى التردد الحرج [vc]

٣ - إذا زاد التردد عن التردد الحرج vc فإن شدة التيار تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط.

٤ - طاقة الإلكترونات المنبعثة وكذلك سرعتها تتوقف على تردد الضوء الساقط وليس على شدة الضوء، كما أنها لا تكون متساوية للسطح الواحد حسب بعد الإلكترون عن السطح وتكون أسرع الإلكترونات المنبعثة من ذرات السطح وتقل للإلكترونات المنبعثة من داخل المعدن. حيث تفقد طاقته حتى يخرج إلى السطح

٥ - إنطلاق إلكترونات يحدث لحظياً أى لحظة سقوط الفوتون على الذرة وليس بعد أن تتجمع قدر من الطاقات الصغيرة حتى تكفى لخروج الإلكترونات.

٦ - الحارصين يحتاج أشعة فوق بنفسجية لتحرير الإلكترونات منه لأن الطاقة التى تلزم التحرير الإلكترون منه عالية ولكن هناك عناصر مثل الصوديوم والبوتاسيوم والسيزيوم تنبعث منها الإلكترونات بالضوء العادى أى يحتاج طاقة أقل.

تفسير اينشتين للظاهرة الكهروضوئية

عند سقوط الضوء على سطح معدن يعطى طاقته الى ذرات المعدن فاذا كان تردد

الضوء الساقط ν هناك ثلاث حالات : وهى :

تردد الضوء الساقط ν

$$\nu > \nu_c$$

$$h\nu > h\nu_c$$

تنبعث الكترونات

ومعها طاقة

تساوى الفرق بين طاقة

ودالة السطح

$$\nu = \nu_c$$

$$h\nu = h\nu_c$$

تنبعث الكترونات

بدون اى طاقة

$$\frac{1}{2} m v^2 = 0$$

$$\nu < \nu_c$$

$$h\nu < h\nu_c$$

لا تنبعث الكترونات

مهما ذاتت شدة الاضاءة



معادلة اينشتين

إذا كان تردد الضوء الساقط اكبر من التردد الحرج تتبعث الالكترونات لها طاقة تحسب من المعادلة :-

$$\frac{1}{2} m v^2 = h\nu - h\nu_c$$

حيث طاقة الالكترون المنبعث $\frac{1}{2} m v^2$ حيث m كتلة الالكترون ، v سرعته

العلاقة البيئية

١. إذا كان $\nu < \nu_c$ لا تتبعث الالكترونات وبذلك

لا يمر تيار في دائرة الخلية الكهروضوئية

٢. إذا كان $\nu \gg \nu_c$ لا تتبعث الالكترونات ويمر تيار

ويكون شدة التيار تزيد بزيادة شدة الضوء الساقط

٣. العلاقة بين طاقة الحركة والتردد

$$\text{Slope} = h$$

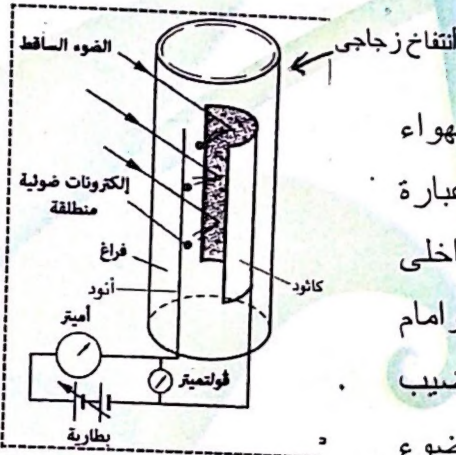
$$\frac{1}{2} m v^2 = h(\nu - \nu_c)$$

الخلية الكهروضوئية

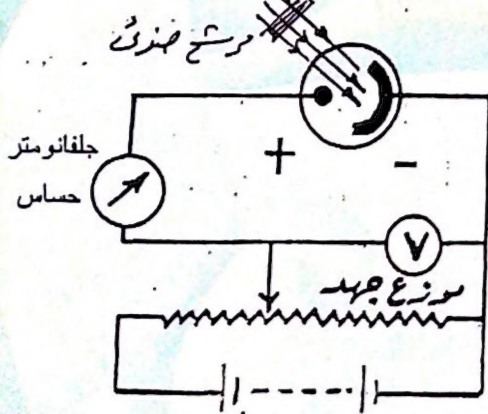
(تطبيقات على الظاهرة الكهروضوئية)

عبارة عن انتفاخ زجاجي مفرغ من الهواء الى درجة عاليه بداخله كاثود او مهبط عبارة عن لوح معدني مقعر الشكل سطحه الداخلي مغطى بطبقة من السيزيوم رقيقه وامام الكاثود يوجد انود وهو عبارة عن قضيب معدني رفيع حتى لا يعوق ولا يحجب الضوء عن الكاثود ومثبت في قاعده الخلية مسماري توصيل احدهما بالكاثود والاخر بالانود

والشكل المقابل يوضح الدائره الكهربائية المستخدمة وبها موزع الجهد يمكن عن طريقه التحكم في فرق الجهد على المصعد ويمكن جعل جهد المصعد سالب او موجب



ضوء أحادي اللون حيث $\nu > \nu_c$



كافيا لقطع مرور التيار الكهربائي في دائرة

شده اضافه اکبر
شده اضافه اقل

$-V_s$

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_e v^2 = e v_s$$

البيان
شحنة إلى لندن

ملحوظة

- جهد الايقاف (V_s) لا يتوقف على شدة الضوء كما في المنحنى السابق
- سرعه الالكترونات الضوئية المنبعثة من سطح فلز معين لا تكون متساوية كما أنها لا تتوقف على شدة الضوء
- الطاقة بالالكترون فولت \times شحنة الالكترون = الطاقة بالجول
- الالكترون فولت : هو مقدار الطاقة التي يكتسبها الكترون عندما ينتقل بين نقطتين فرق الجهد بينهما واحدا فولت $= 1.6 \times 10^{-19}$ جول
- المرشح الضوئي : يسمح بسقوط الوان مختلفة اى ترددات مختلفة على المهبط (الكاثود) حتى يسقط ضوئي احادى اللون فقط
- استخدام الخلية الكهروضوئية فى اغراض كثيرة منها:

١. اضاءة الشوارع ليلا آليا
٢. فتح الابواب فى الفنادق والمستشفيات آليا
٣. عداد النقود فى البنوك
٤. الحراسة

العلاق- البيانیه بین
تردد اضطراب قلب و طاقه
اللاکون المنعش

slope = h

مثال هام



إذا كانت الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من سطح معدن هي 3.975×10^{-19} جول فاذا اضىء السطح بواسطة ضوء احادى اللون وبأحد الاطوال الموجية الآتية

3100\AA , 5000\AA , 6200\AA وضح فى كل حالة :

١. هل تتبعث الالكترونات من السطح للمعدن ام لا

٢. فى حالة الانبعاث احسب طاقة حركة الالكترون المنبعث

٣. احسب سرعه الالكترون المنبعث . حيث $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

٤. التردد الحرج

الحل

∴ طاقة الفوتون تحسب من العلاقة $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda} = \frac{19.875 \times 10^{-26}}{\lambda}$$

①

بالتعويض عن λ لكل ضوء نجد كما فى الجدول التالى :

| 3100\AA | 5000\AA | 6200\AA | λ |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| $3.975 \times 10^{-19} \text{ J}$ | $3.975 \times 10^{-19} \text{ J}$ | $3.975 \times 10^{-19} \text{ J}$ | الطاقة اللازمة للانبعاث E_w |
| $6.411 \times 10^{-19} \text{ J}$ | $3.975 \times 10^{-19} \text{ J}$ | $3.2 \times 10^{-19} \text{ J}$ | طاقة الفوتون الساقط |
| تتبعث معها طاقة | تتبعث بدون طاقة | لا تتبعث | |
| $= 2.436 \times 10^{-19} \text{ J}$ | | | طاقة الالكترون المنبعث |
| $7.31 \times 10^5 \text{ m/s}$ | — | — | سرعة الالكترون المنبعث |
| فولت 1.52 | — | — | جهد الايقاف V_s |

من قانون اينشتين :

طاقة الحركة للإلكترون المنبعث تحسب من العلاقة: $\frac{1}{2} mv^2 = h\nu - h\nu_c$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{h C}{\lambda} - E_w = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3100 \times 10^{-10}} - 3.975 \times 10^{-19} = 2.436 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2 = 2.436 \times 10^{-19}$$

$$V = 7.31 \times 10^7 \text{ m/s}$$

حساب التردد الحرج

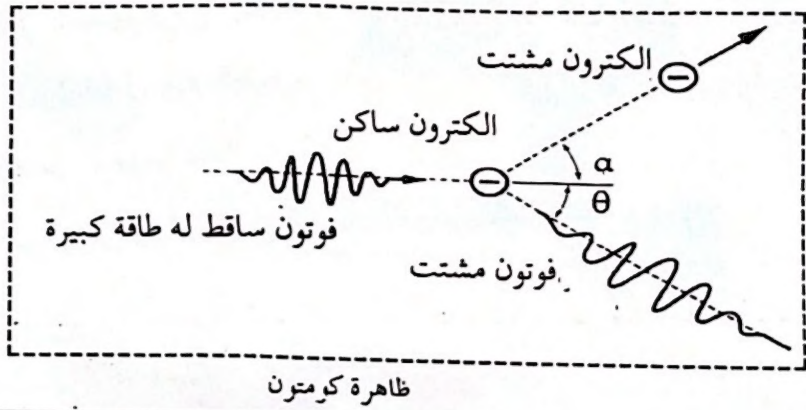
$$E_w = 3.975 \times 10^{-14} = h\nu_c$$

$$\nu_c = \frac{3.975 \times 10^{-14}}{6.625 \times 10^{-34}} = 6 \times 10^{16} \text{ Hz}$$

- لوحظ عند سقوط فوتون له طاقة عالية مثل فوتون أشعة (γ) أو أشعة X- على إلكترون حر يحدث الآتي :
- 1 - يقل تردد الفوتون أى تقل طاقته ويغير اتجاهه .
 - 2 - تزداد سرعة الإلكترون ويغير اتجاهه أيضًا .
 - 3 - الطول الموجي للإشعاع المستطير (الفوتون) يكون أطول من الطول الموجي للإشعاع الساقط .

وتفسر ذلك من خلال فرض بلانك:

إن الفوتون يصطدم بالإلكترون مثل تصادم الكرات ويكون كمية التحرك قبل وبعد التصادم ثابتة وكذلك طاقة الإلكترون + طاقة الفوتون قبل وبعد التصادم ثابتة لأنه يعتبر تصادم مرن.



الفوتون هو كمة من الطاقة مركزة فى حيز صغير جدا طاقته وهو متحرك $h\nu$ ويسير

طبيعة الفوتون:

دائماً بسرعة الضوء (C) وله كتلة وهو متحرك $\frac{h\nu}{C^2}$ وكمية تحرك $\frac{h\nu}{C}$

وذلك لأن الطاقة المتحولة من الكتلة حسب إثبات أينشتين mc^2

يتضح من ظاهرة كومبتون الخاصية الجسيمية (المادية) للفوتون حيث يعتبر الفوتون جسيم له كتلة وسرعة أي له كمية تحرك وهذه هي الطبيعة المزدوجة للفوتون (مادية وموجية)

حساب قوة الشعاع على السطح:

• التغير فى كمية تحرك الفوتون $\Delta P_L = 2 m C$

إذا فرض أن معدل الفوتونات الساقطة كل ثانية $\frac{n}{\Delta t} = \phi_L$

∴ القوة هي معدل التغير فى كمية التحرك حسب قانون نيوتن الثانى

$$F = 2 m C \cdot \phi_L$$

$$F = 2 \cdot \frac{h\nu}{C^2} \cdot C \cdot \phi_L = 2 \left(\frac{h\nu}{C} \right) \cdot \phi_L = \frac{2}{C} [h\nu \phi_L]$$

$$F = 2 \frac{P_w}{C}$$

نيوتن

حيث P_w هي القدرة وتقاس بوحدات الواط وهي معدل الطاقة الساقطة

$$= h\nu \phi_L$$



وحيث أن هذه القوة صغيرة جداً لا تؤثر على جسم كبير مثل كتاب أو قلم ولكن لصغر الإلكترون فإنها تستطيع أن تؤثر عليه وتحركه وهذا ما توضحه ظاهرة كومبتون .

هناك نموذجان للتعامل مع الفوتون :-

١ [النموذج الماكروسكوبي (الأكبر) وهو الذي يوضح الخواص الموجية للفوتون وهو سلوك حزمة من الفوتونات تمثل شدة الموجة والتي ترى الأشعة الساقطة والمنعكسة في عالم العيان وهي تأخذ الملامح الاجمالية وتعتبر الضوء موجات .

٢ [النموذج الميكروسكوبي (المجهرى) إذا كان في مستوى الذرة والإلكترون حيث يعتبر الفوتون جسيم له تردد (ν) ونتعامل مع الضوء على أنه جسيمات . والنموذجان يرتبطان معاً ونتعامل معهما معاً .

مثال هام : إحسب القوة التي يؤثر بها شعاع قدرته 3 واط على سطح واسع

$$F = \frac{2 P_w}{C} = \frac{2 \times 3}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-8} \text{ نيوتن}$$

وهذه قوة صغيرة لا تؤثر تأثير واضح على السطح وذلك لصغرها .

$$\frac{h \nu}{C^2} = \text{حيث أن كتلة الفوتون}$$

علاقة الطول الموجي للفوتون بكمية التحرك له:

$$P_L = m.C$$

∴ كمية التحرك

$$\therefore P_L = \frac{h \nu}{C^2} . C = \frac{h \nu}{C} = \frac{h \nu}{\lambda . \nu} = \frac{h}{\lambda}$$

$$P_L = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$

مثال:

فوتون ضوء أخضر طوله الموجي 5000 أنجستروم احسب:

١ - تردد الفوتون . ٢ - كتلة الفوتون . ٣ - كمية تحرك الفوتون . ٤ - طاقته الفوتون

الحل:

$$\therefore C = \lambda . \nu \quad \textcircled{1} \quad \therefore \nu = \frac{3 \times 10^8}{5000 \times 10^{-10}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\textcircled{2} m = \frac{h \nu}{C^2} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}}{9 \times 10^{16}} = 4.4 \times 10^{-36} \text{ Kg}$$

كتلة الفوتون

$$\textcircled{3} P_L = \frac{h \nu}{C} = m.C = 4.4 \times 10^{-36} \times 3 \times 10^8 = 13.2 \times 10^{-28} \text{ Kg m/s}$$

كمية التحرك

$$\textcircled{4} \text{ طاقته } = h \nu = 6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14} = 3.975 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Soft Dreams

الطبيعة المزدوجة للجسيم:

• الطبيعة المزدوجة تعني أن الجسيم المتحرك له خصائص موجية بجانب خصائصه المادية والموجة لها خصائص مادية بجانب خصائصها الموجية. كما ذكرنا سابقا.

برولي: De Broglie

وضع دي برولي عام ١٩٢٣ علاقة لحساب الطول الموجي المصاحب لجسيم متحرك.

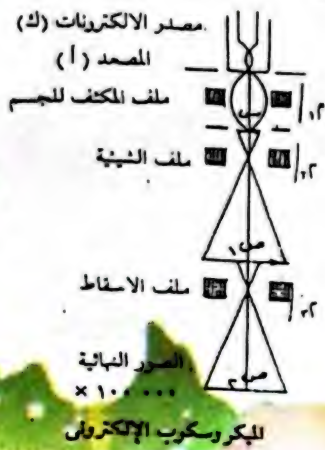
$$\lambda = \frac{h}{m v} = \frac{h}{P_L}$$

P_L كمية تحرك الجسيم

لذلك الشعاع الإلكتروني له موجة مصاحبه تسير بسرعه وهي موجه دي برولي ، حيث تسلك الإلكترونات سلوك الفوتونات (الموجات) كما في الميكروسكوب الإلكتروني .

— والموجات المصاحبة للإلكترون يمكن أن يحدث لها تداخل وحيود وانعكاس وإنكسار ولكن بشرط أن يكون للإلكترونات طاقة معينة .

الميكروسكوب الإلكتروني: Electron Microscope



الميكروسكوب الإلكتروني يمكن التحكم في الطول الموجي للإلكترونات بزيادة سرعتها حسب علاقة دي برولي. حتى يصل إلى أجزاء صغيرة (ب) جدا لذلك له قوة تحليل كبيرة جدا ومعامل تكبيره كبير جدا.

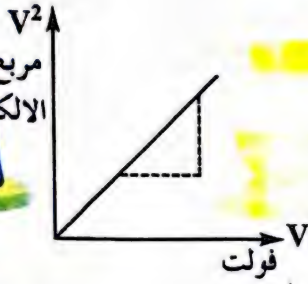
ويستعمل في الميكروسكوب الإلكتروني عدسات إلكترونية مقناطيسية أو كهروستاتيكية رافعة أفضل المقناطيسية لأنها تعطي صوره أكبر وأفضل (١) المقارنة بين الميكروسكوب الضوئي والميكروسكوب الإلكتروني

| وجه المقارنة | الميكروسكوب الضوئي | الميكروسكوب الإلكتروني |
|-------------------|---|--|
| الأشعة المستخدمة | أشعة ضوئية من مصدر ضوئي. | أشعة إلكترونية ذات طاقة كبيرة. |
| العدسات المستخدمة | عدسات زجاجية. | عدسات الكترونية وتفضل المغناطيسية. |
| حدود الاستخدام | يكبر الأجسام التي طولها أكبر من أصغر موجة للضوء المرئي. | يكبر الأجسام الدقيقة جدا مثل الفيروسات والتي طولها أصغر من طول موجة الضوء. |
| قوة التكبير | صغيرة نسبيا حوالي ٢٠٠٠ مرة. | كبيرة تصل إلى ١٠٠ ألف مرة. |
| الصورة النهائية | تسقط على العين مباشرة. | تسجل على شاشة فلورسنتية. |

لصورة إلكترونية

أهميته لا تُدرك إلا بعد استخدامه في الميكروسكوب الإلكتروني
أهميته لا تُدرك إلا بعد استخدامه في الميكروسكوب الإلكتروني
أهميته لا تُدرك إلا بعد استخدامه في الميكروسكوب الإلكتروني

١٤
إذا وضع الإلكترون في مجال كهربائي فإنه يكتسب طاقته -
حيث فرق الجهد بين المصعد والمهبط (V) نيكلون :-



تمثل بعلمته صرديـه $ev = \frac{1}{2} mV^2$
الميل $\frac{2e}{m} = \frac{2e}{m}$ للإلكترون

مثال

ميكروسكوب إلكتروني يستخدم لرؤية جسم طوله 18 بيكو متر، احسب فرق الجهد المطلوب للميكروسكوب لذلك. علماً بأن شحنة الإلكترون 1.6×10^{-19} كولوم وثابت بلانك 6.625×10^{-34} جول. ثانية وكتلة الإلكترون 9.1×10^{-31} كجم.

الحل:

من علاقة دي برولي: $\lambda = \frac{h}{mV} \rightarrow V = \frac{h}{m\lambda}$ (سرعة الإلكترون) V

$V = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 18 \times 10^{-12}} = 4.044 \times 10^7 \text{ m/s}$ سرعة الإلكترون

$e \cdot V = \frac{1}{2} m V^2 \rightarrow V = \frac{mV^2}{2e} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 16 \times 10^{14}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 4650 \text{ فولت}$

٩ - مقارنة بين الإلكترون والفوتون

| الفوتون | الإلكترون |
|---|--|
| ١ - هو كم من الطاقة. طاقته $h\nu$. | ١ - هو جسيم مادي له طبيعة موجية. |
| ٢ - له كتلة أثناء حركته $\frac{h\nu}{C^2}$ ولا يوجد ساكنًا. | ٢ - له كتلة عند السكون والحركة. |
| ٣ - موجات كهرومغناطيسية غير مشحونة ولا يمكن تعجله. | ٣ - له شحنة سالبة ويمكن تعجيله (أي تغيير سرعته) في المجال الكهربائي. |
| ٤ - تفنى مادته ويتحول إلى طاقة يمتصها الجسم. | ٤ - إذا أوقف عن الحركة يحتفظ بنفسه كمادة ويفقد طاقة حركته. |
| كمية تحركة $\frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{C}$ | ٥ - كمية تحركه $mV = \frac{h}{\lambda}$ |

١٥ - علل ترتيبه تفاصيل أكثر من الجسم في الميكروسكوب الإلكتروني
يستخدم ضوء عالي.

الجهود العالي بترسيم الإلكترونات فيقول الطول الموجي تحت إبعاد الجسم

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت السميع العليم»

صدق الله العظيم



الفصل السادس

الأطباء الذرية

(١) بعد أن أجرى طومسون تجاربه التي أدت إلى اكتشاف الإلكترون، وإيجاد قيمة شحنته النوعية $(\frac{e}{m_e})$ ، وضع نموذجا للذرة عبارة عن كرة مصمتة من مادة مشحونة بكهربية موجبة تنغمس فيها الإلكترونات السالبة.

(٢) حيث أن الذرة متعادلة كهربيا فإن :

الشحنة السالبة التي تحملها الإلكترونات = الشحنة الموجبة التي تحملها الذرة.

(٣) في عام ١٩١١ كانت تجارب العالم رذرفورد عن تشتت جسيمات الفا عند اصطدامها بالمواد المختلفة في هذه التجربة وضع

Rutherford's Model نموذج ذرة رذرفورد

(٤) نموذج ذرة بور Bohr's Model (١٩١٣)

توصل بور إلى نموذج للذرة الهيدروجين وبنى بور نموذجه بعد أن درس الصعوبات

التي واجهت نموذج رذرفورد مستخدما تصورات رذرفورد وهي :

١ - توجد عند مركز الذرة نواة موجبة الشحنة.

٢ - الذرة متعادلة كهربيا حيث أن شحنة الإلكترونات حول النواة يساوي عدد الشحنات الموجبة التي تحملها النواة.

٣ - يتحرك الإلكترون حول النواة في مدارات ثابتة محددة تعرف باسم الأغلفة Shells

ويحمل طاقات محددة وأثناء ذلك لا يمتص أو يشع طاقة طالما كان يتحرك في مستوى الطاقة الخاص به.

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ثم أضاف إليها الفروض الثلاثة الهامة الآتية:

١ - إذا انتقل إلكترون من مدار خارجي طاقته (E_2) إلى مدار داخلي طاقته (E_1) حيث

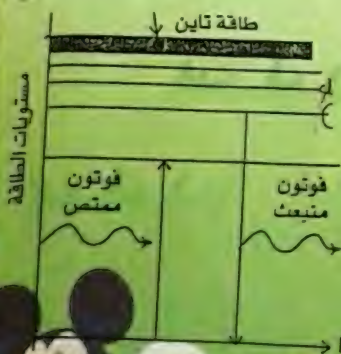
$(E_2 > E_1)$ فإنه تنطلق نتيجة لذلك كمية من الإشعاع أي (فوتون) طاقته

والعكس يمتص الإلكترون طاقة إذا انتقل من مدار قريب من النواة إلى مدار أبعد ويكون مقدار الطاقة الممتصة هي فرق الطاقة بين المدارين.

$$\Delta E = E_{\text{خارجي}} - E_{\text{داخلي}} = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

٢ - القوى الكهربية (قانون كولوم) و القوى الميكانيكية (قانون نيوتن) قابلة للتطبيق في مجال ذرة

٣ - يمكن حساب نصف قطر المدار تقديريا إذا اعتبرنا أن الموجة المصاحبة له تمثل موجة موجبة





من فرض دي برولي أن الإلكترون المتردد له موجه ترافقه وهو في مداره يسير على هيئة موجه موقوفة كما بالشكل .
ويكون طول المدار = عدد صحيح من الأطوال الموجية الموقوفة

$$n\lambda = 2\pi r$$

وبذلك يمكن حساب نصف قطر المدار

$$\therefore \lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\frac{nh}{mv} = 2\pi r \quad \text{نجد} \quad p_n = \frac{nh}{2\pi r \cdot m}$$

$$p_n = \text{const} \cdot n^2 \rightarrow \text{على أنه أعزى}$$

$$[5.29 \times 10^{-11}] \text{ م}$$

مثال:

احسب نصف قطر المستوى الثاني ($n=2$) علماً بأن الطول الموجي للإلكترون فيه 6.644 انجستروم

الحل:

$$n\lambda = 2\pi r \quad \therefore 2 \times 6.644 \times 10^{-10} = 2 \times 3.14 \times r \quad r = 21.16 \times 10^{-11} \text{ م}$$

انبعاث الضوء من ذرة بور (الطيف الخطي لغاز الهيدروجين):

- ١- عند إثارة ذرات الهيدروجين (بأن تكتسب طاقة) فإنها لا تثار كلها بنفس الدرجة، ولذلك تنتقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول ($n=1$) إلى مستويات مختلفة أعلى منه ($n=2$ or 3 or 4 ). وتسمى هذه العملية إثارة الذرة Excitation.
- ٢- لا تبقى الإلكترونات في مستويات الطاقة العالية إلا لفترة قصيرة جداً ثم تهبط إلى مستويات أدنى.
- ٣- عندما تهبط الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى فإنه يفقد فرق الطاقة على شكل إشعاع تردده (ν) وطاقته ($h\nu$)، حيث $h\nu = E_2 - E_1$ وطوله الموجي $\lambda = \frac{c}{\nu}$.
- ٤- ولذلك يتكون الطيف الخطي للهيدروجين من خمس مجموعات (أو متسلسلات)
 - ٥- الانبعاث من الذرة على شكل فوتون له طاقة $h\nu$ تساوي الفرق بين طاقتي المستويين وتسمى هذه العملية الاسترخاء (Relaxation).
 - عملية الانارة وعملية الاسترخاء متلازمان وفي حالة الإثارة $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$

من شعر الشافعي:

حكمه

شكوت الى وكيع سوء حفظي ... فأرشدني الى ترك المعاصي
وأخبرني بان العلم نور ... ونور الله لا يهدى المعاصي

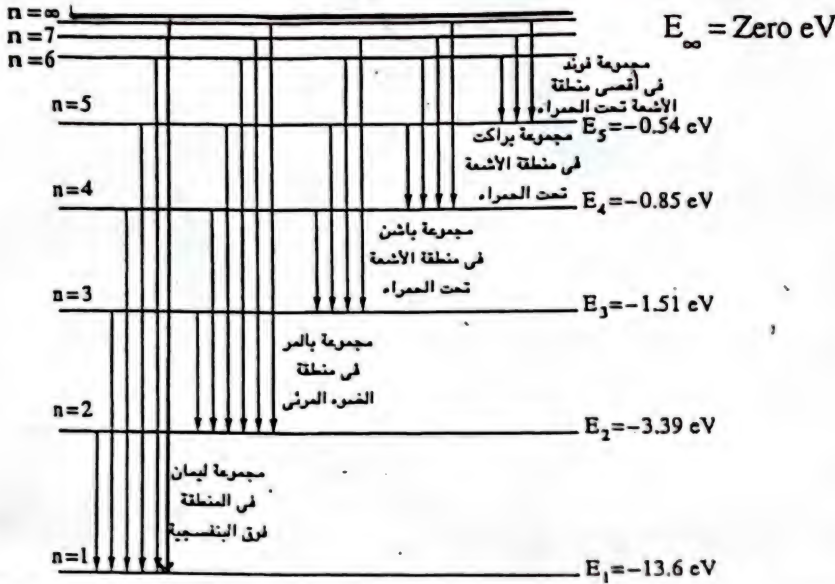
يستخدم الرسم البياني لمستويات الطاقة لذرة ما لتوضيح الطاقة الكلية للإلكترونات إذا ما كانت هذه المستويات وتستخدم المعادلة الآتية لحساب طاقة المستوى (n).

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

الطاقة بالإنكسكردت (eV)

رسم تخطيطي يبين المسلسلات الخمس لطيف الهيدروجين



$$\begin{aligned} E_1 &= -13.6 \text{ eV} \\ E_2 &= -3.4 \text{ eV} \\ E_3 &= -1.51 \text{ eV} \\ E_4 &= -0.85 \text{ eV} \\ E_5 &= -0.54 \text{ eV} \\ E_6 &= -0.37 \text{ eV} \\ E_7 &= -0.27 \text{ eV} \\ E_{\infty} &= 0 \end{aligned}$$

$$\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

ترتيب مسلسلات طيف ذرة الهيدروجين كما بالشكل:

١ - مجموعة ليمان (Leyman):

حيث ينتقل الإلكترون إلى المستوى (n = 1) من المستويات الأعلى وتقع هذه المجموعة في منطقة الأشعة فوق البنفسجية وهي ذات أطول موجية قصيرة وترددات عالية.

٢ - مجموعة بالمر (Balmer):

حيث ينتقل الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى (n = 2) وتقع هذه المجموعة في منطقة الضوء المنظور وهي أول سلسلة اكتشفت.

٣ - مجموعة باشن (Paschen):

حيث ينتقل الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى (n = 3) وتقع هذه المجموعة في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة (Near. IR).

٤ - مجموعة براكيت (Brackett):

حيث ينتقل الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى (n = 4) وتقع هذه المجموعة في منطقة الأشعة تحت الحمراء الوسطى.

٥ - مجموعة فوند (Pfund):

حيث ينتقل الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى (n = 5) وتقع هذه المجموعة في أقصى المنطقة تحت الحمراء وهي أكبر الأطوال الموجية وأقلها ترددا.

من أجل الحصول على أطول طول موجي من كل مجموعة لذرة الهيدروجين

Soft Dreams

سؤال ١ احسب أطول وأقصر طول موجي لخطوط طيف ذرة الهيدروجين في سلسلة ليمان علما بأن طاقة الالكترون عند أى مستوى طاقة رتبته (n) لذرة الهيدروجين هو $E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ (ev)}$ $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ ج.س}$ ثابت بلانك

الحل:

$$n = 2 \longrightarrow n = 1$$

$$E_2 = \frac{13.6}{4} = -3.4 \text{ ev}$$

$$E_1 = -13.6 \text{ ev} \quad \Delta E = \quad , \Delta E = -3.4 - (-13.6)$$

$$\therefore \Delta E = 10.2 \text{ ev}$$

$$\therefore \lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} \quad \therefore \lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{10.2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.2132 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 1213.2 \text{ Å}$$

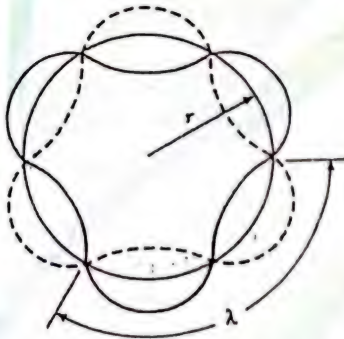
أكبر تردد = أقصر طول موجي في ليمان

$$n = \infty \longrightarrow n = 1$$

$$E_{\infty} = 0 \quad , E_1 = -13.6 \text{ (ev)} \quad \therefore \Delta E = 0 - (-13.6) = 13.6 \text{ ev}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 9.10 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\lambda = 910 \text{ Å}$$



في ذرة الهيدروجين يدور هذا الالكترون في مدار مكونا موجة موقوفة



ما رقيم المستوي:

وكيف يكتب الطول الموجي

الطيف النقي والطيف غير النقي:

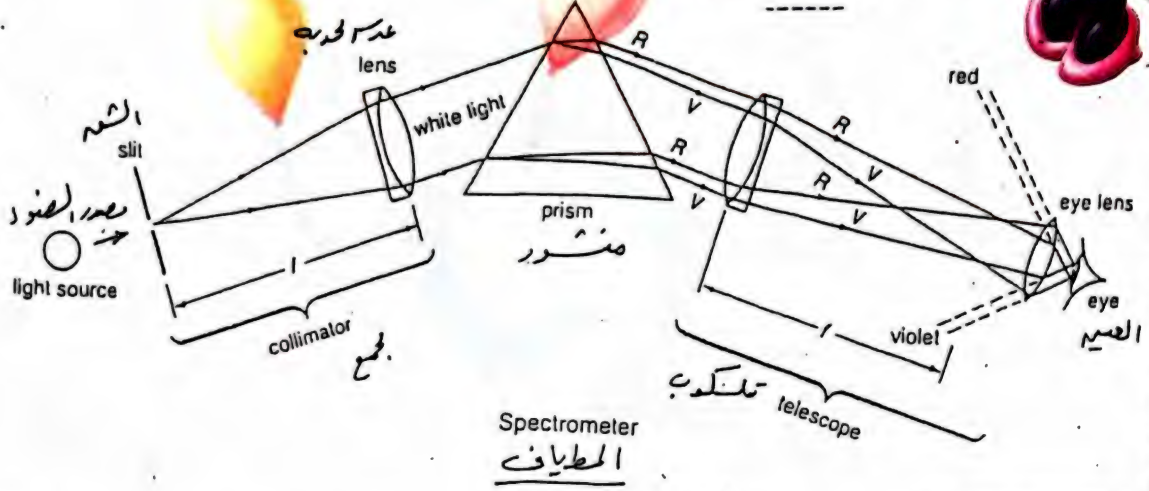
- الطيف غير النقي هو طيف ألوانه متداخلة ولا يمكن تميز حدود كل لون فيه كما في حالة المنشور فقط. وللحصول على طيف نقي نوعا ما يستخدم نيوتن هذه الطريقة الموضحة بالشكل.

ذرات العناصر عند اشعاعها للطاقة تعطي أطيانا خطية ذات أطوال موجية محددة. تميز كل عنصر على حدة.



Spectrometer

العمل طريقة للحصول على طيف نقى هي باستخدام أشعة ضوئية متوازية فى جهاز يسمى المطياف ويتركب من ثلاثة أجزاء رئيسية كما بالشكل.



تركيب المطياف:

- ١ - مصدر الأشعة :
هو عبارة عن مصدر ضوئى أمامه فتحة مستطيلة ضيقة يمكن التحكم فى إتساعها بواسطة مسمار محوى. توجد هذه الفتحة فى بؤرة عدسة محدبة.
- ٢ - منضدة قابلة للدوران يوضع عليها منشور ثلاثى من الزجاج.
- ٣ - تلسكوب ويتكون من عدستين محدبتين هما الشيئية والعينية.

شرح العمل للحصول على طيف نقى:

- ١ - تضاء الفتحة المستطيلة الضيقة - كما فى الشكل بضوء أبيض متألئ يسقط من الفتحة على المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف.
 - ٢ - يوجه التلسكوب لإستقبال الأشعة المارة خلال المنشور.
 - ٣ - تكون أشعة كل لون متوازية فيما بينها وغير موازية لأشعة الألوان الأخرى.
 - ٤ - تعمل الشيئية على تجميع كل منها فى بؤرة خاصة فى المستوى البؤرى لهذه العدسة يمكن رؤيتها محدبة بواسطة العينية.
- وبذلك يتم الحصول على طيف نقى.

ملحوظة: فى الاستيفر صغير عند إستبدال العدسة العينية بلوح فوتوغرافى ليصير البطيف الناتج عندئذ يسمى الجواز الاستيفر وجراف

العلاقة بين عدد مستويات الطاقة الممكنة لذرة مثارة التى يمكن أن ينقل إليها الإلكترون وعدد خطوط الطيف التى يمكن أن تنبعث هى:

| | | | | | | |
|---------------|---|---|---|----|----|----|
| عدد المستويات | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| عدد الأطياف | 1 | 3 | 6 | 10 | 15 | 21 |

أنواع الطيف
طيف مستمر أو متصل
طيف خطى
طيف امتصاص

$$n^2 - n$$



أولاً : الطيف المستمر Continuous Spectrum :

وهو الطيف الذي يتكون من جميع الأطوال الموجية الممكنة أو يتضمن توزيعاً مستمراً أو متصلاً للترددات وهو ينتج عن الأجسام الصلبة والسائلة المتوهجة مثل الضوء الأبيض.

ثانياً : طيف الخطى Bright - line Spectrum :

وهو الطيف الذي يتضمن خطوط توزع توزيعاً غير مستمر للترددات أو الأطوال الموجية مثل طيف العناصر. وخطوط الطيف هي لغة الذرة للتعبير عما بداخلها.

ثالثاً : طيف الانبعاث الخطى :

وهو الطيف الناتج عن انتقال الذرات المثارة من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى. ويظهر على هيئة خطوط بيضاء على خلفية سوداء وهو منبعث مباشرة من الذرات المثارة في حالة الغازات والابخرة المتوهجة للعناصر وتحت ضغط منخفض.

أهميته - معرفة مكونات سبيكة عند تبخيرها في قوس كهربى وتصوير الطيف الصادر منها ومقارنته بأطياف العناصر.

رابعاً : طيف الامتصاص الخطى :

إذا مر ضوء أبيض خلال غاز متوهج فإنه يلاحظ اختفاء بعض الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض بعد تحليله وتظهر على هيئة خطوط سوداء على خلفية بيضاء. هذه نفسها الأطوال الموجية في أطياف الانبعاث الخطية لهذا الغاز أى أن الأطياف الخطية للغازات تمتص نفس أطوالها الموجية الخاصة بها من الطيف المستمر للضوء الأبيض.

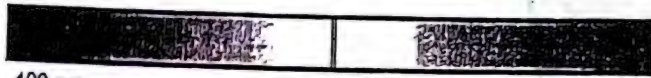
وهذا يفسر وجود خطوط سوداء في الطيف المستمر للشمس وهى أطياف امتصاص للعناصر الموجودة في جو الشمس وأطلق عليها خطوط فرونهورف Fraunhofer.

وقد أثبت ذلك وجود عنصرى الهليوم والهيدروجين على الشمس وعناصر أخرى.

(5) خطوط فرونهورف : هى طيف امتصاص لعناصر موجود فى الغلاف الخارجى للشمس وتظهر على هيئة خطوط سوداء على خلفية بيضاء .



طيف انبعاث للصوديوم :



طيف امتصاص للصوديوم :-

400 nm

750 nm

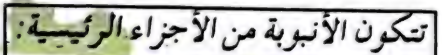
نوضح أنه للحصول على طيف الانبعاث للعنصر لابد من إثارة ذراته بإحدى الطرق الآتية:

- ١ - رفع درجة الحرارة.
- ٢ - التفريغ الكهربى للغاز أو بخار العنصر تحت ضغط منخفض.
- ٣ - عن طريق القوس الكهربى حيث تلامس قطب السالب والموجب وهما من العنصر وبينهما فرق جهد عالى حتى يحدث توهج للذرات.
- ٤ - عن طريق تسخين أحد أملاح العنصر على لهب بترى غير المضيء يتغير لون اللهب حسب نوع العنصر.

وتقع بين الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية وأشعة جاما وبالتالي فهي عالية الطاقة.

الأشعة السينية:

- طريقة الحصول على الأشعة السينية:**



الفيلة ذاد معدل انبعاث الإلكترونات منها وبذلك تزيد شدة أشعة -X- المنبعثة.

٢ - الكاثود : Cathode

٣ - الانود: Anode

١ - النحاس جيد التوصيل للكهرباء.

٤ - الهدف : Target :

١ - درجة انصهاره عالية حتى لا ينصهر بالحرارة الناتجة عن تصادم الإلكترونات

٢- عدده الذري كبير حتى تتواجد الإلكترونات في مستويات عليا كثيرة.



الطريقة:

- ١ - عند تسخين الفتيلة تنبعث منها الالكترونات.
- ٢ - تحت تأثير فرق جهد عال (المجال الكهربى) يصل إلى عدة آلاف من الفولتات تكتسب الالكترونات طاقة حركة كبيرة جدا يتوقف مقدارها على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.

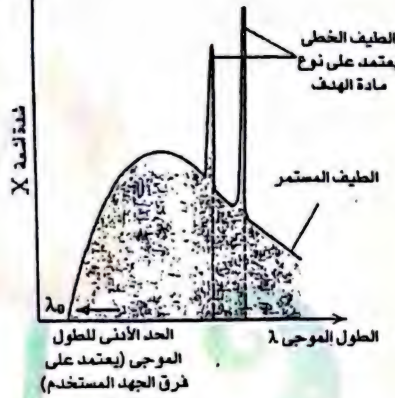
- ٣ - عندما تصطدم الالكترونات يتحول جزء من طاقتها أو كلها إلى أشعة إكس

طيف الأشعة السينية:

بتحليل حزمة من الأشعة السينية الصادرة من هدف ما إلى مكوناتها من الأطوال الموجية المختلفة نحصل على طيف يتكون من مركبتين.

١ - الطيف الخطى المميز:

ينتج الطيف الخطى إذا اصطدم الإلكترون المتسارع بأحد الالكترونات القريبة من النواة فى مادة الهدف حيث يكتسب الأخير كمية كبيرة من الطاقة فيقفز إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة. ويحل محله الكترون آخر من أحد المستويات الخارجية ذات الطاقة الأعلى ليملاً هذا الفراغ فى مستوى الطاقة



الداخلى ويظهر الفرق بين طاقة المستويين على شكل إشعاع له طول موجى محدد. حسب معادلة:

$$\Delta E = E - E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

ملاحظات:

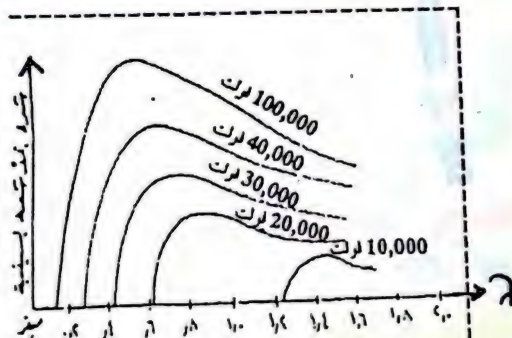
- ١ - الطول الموجى للأشعة المميزة لا يتوقف على فرق الجهد المستخدم ولكن يتوقف على نوع المنصر فكلما زاد العدد الذرى للمنصر (مادة الهدف) نقص الطول الموجى للإشعاع المميز. لذلك يستخدم السبب كهدف شائع
- ٢ - عند فروق الجهود المنخفضة قد لا تظهر الأشعة المميزة

$$h \times \frac{c}{\lambda} = \Delta E$$

- ٣ - يمكن حساب الطول الموجى لأشعة إكس المميزة أو الشديدة Hard من العلاقة:

(ب) الطيف المستمر أو المتصل:

تتأثر الالكترونات بالمجال الكهربى للذرة وينتج عن ذلك أن تتناقص سرعتها وتقل طاقتها نتيجة التصادمات والتشتت Scattering وتصدر اشعاعا كهرومغناطيسيا بناء على نظرية ماكسويل - هرتز. لذلك



يسمى هذا الإشعاع الاشعاع المستمر أو المتصل أو أشعة الكايخ (الفرملة) الإشعاع اللين

١٠٤

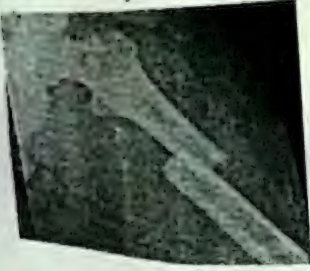
ل في طاقة الحركة يظهر على صورة اشعاع تردد (v) وطاقته (hv) وقد يفقد الإلكترون كل طاقته الحركية دفعة واحدة وعندئذ تكون طاقة الاشعاع الناتج مساوية تماما للطاقة التي اكتسبها الإلكترون تحت تأثير فرق الجهد الذي يعمل على الأنبوبة وقد تفقد الإلكترونات طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة وبذلك يكون الاشعاع الكهرومغناطيسي محتويا على جميع الأطوال الموجية الممكنة وهذا هو الاشعاع المستمر (الطيف المستمر للأشعة السينية) في حالة فقد طاقة الإلكترونات دفعة واحدة يكون: في أول ذره يدخل في

حيث (e) شحنة الإلكترون، (V) فرق الجهد الذي يعمل على الأنبوبة

$$e.V = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

وبذلك نرى أنه كلما زاد فرق الجهد المستمر

التطبيقات الهامة للأشعة السينية:



- ٤- تستخدم في دراسة تركيب البلورات؛ وذلك بسبب ما يلي:
 - مرورها بالبلورات حيث تتركب الذرات في مستويات يمتد مسافات
 - وتعتبر البلورة بمثابة مرزز حيود طبيعي فتعمل هذه المستويات
 - ٢- نظرا لقدرتها على النفاذ وتأثيرها على الألواح الفوتوغرافية الحساسة لذا تستخدم في تصوير العظام وتحديد أماكن الكسور والشقوق كما بالكل
 - ٣- العلاج بالأشعة السينية كما تستخدم الأشعة السينية عالية الاختراق في تدمير الخلايا السرطانية.
 - ٤- تستخدم في تحديد أماكن الشقوق أو العيوب الداخلية في الأجزاء المعدنية.
- مقارنة بين الطيف الخطي المميز والطيف المستمر لأشعة X-

| الطيف الخطي المميز | الطيف المستمر |
|---|--|
| (١) ينتج من اصطدام الإلكترون المعجل المنبعث من الكاثود بأحد الإلكترونات في مستويات الطاقة القريبة من النواة يجعله يخرج من الذرة ويحل محله إلكترون هابط من أعلى. | (١) ينشأ من تأثير المجال الكهربى لذرات الهدف (السحابة الإلكترونية) على الإلكترون المعجل المنبعث من الكاثود فتقل طاقته. |
| (٢) فرق الطاقة للإلكترون الذى يهبط ينبعث على هيئة طيف (X-rays). | (٢) فرق الطاقة التى فقدها الإلكترون المعجل ينبعث على هيئة طيف (X). |
| (٣) يحتوى على خطوط طيف مميزة لمادة الهدف. | (٣) لا يحتوى على أى خطوط طيفية مميزة. |
| (٤) لا ينتهى عند طول موجى معين. | (٤) ينتهى عند طول موجى معين. |
| (٥) لا يتوقف الطول الموجى للأشعة على فرق الجهد بين الكاثود والأنود. | (٥) يتوقف على فرق الجهد ويقل الطول الموجى بزيادة فرق الجهد. |
| القانون: $\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ | القانون: $e \cdot V = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ |

أسئلة

① إذا تعرض قطبا أنبوبة توليد الأشعة السينية لفرق جهد مقداره (10^5 فولت) فاحسب مقدار كل من (أ) طاقة حركة الإلكترونات المصطدمة بالهدف (ب) النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة السينية المتولدة.

الحل:

$$\frac{1}{2} m v^2 = e \cdot V \quad \therefore \frac{1}{2} m v^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^5 = 1.6 \times 10^{-14} \text{ Joule}$$

$$\lambda = \frac{h c}{e \cdot V} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 10^5} = 1.24 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.124 \text{ \AA}$$

مسائل

اصطدم الإلكترون المعجل بالكاتود داخل ذرة مادة الهدف وأخرجه من الذرة وعندئذ هبط الإلكترون من مستوى خارجي إلى المكان الخالي في المستوى الداخلي بحيث كان فرق الطاقة بين المستويين.

$$(\Delta E = 24.843 \times 10^3 \text{ eV})$$

احسب الطول الموجي للأشعة السينية المميزة التي تنبعث من ذرة الهدف.

الحل:

$$\therefore \Delta E = h \nu = \frac{h c}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{h c}{\Delta E} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{24.843 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.5 \text{ \AA}$$

مسائل

٢. تعمل أنبوبة أشعة X- على فرق جهد 4×10^4 فولت وتيار كهربى

شدته 5 mA فإذا كانت كفاءة الأنبوبة 2%، احسب :

- ١ - أقصر طول موجى للأشعة السينية الناتجة .
- ٢ - عدد الإلكترونات المنبعثة فى الثانية .
- ٣ - الطاقة الكهربائية المستخدمة فى الأنبوبة كل ثانية .
- ٤ - طاقة أشعة X- الناتجة كل ثانية .
- ٥ - الطاقة الحرارية الناتجة كل ثانية .

الحل

$$\textcircled{1} \therefore eV = \frac{hc}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{hc}{eV} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 40000} = 0.31 \text{ \AA}$$

$$\textcircled{2} \therefore I = n \times 1.6 \times 10^{-19} \quad \therefore n = \frac{5 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 31.25 \times 10^{15} \text{ إلكترون}$$

$$\textcircled{3} \text{ الطاقة الكلية} = I \cdot V \cdot t = 5 \times 10^{-3} \times 40000 = 200 \text{ J}$$

$$\textcircled{4} \text{ طاقة أشعة X-} = \frac{2}{100} \times 200 = 4 \text{ J}$$

$$\textcircled{5} \text{ الطاقة الحرارية} = \frac{98}{100} \times 200 = 196 \text{ J}$$

٢ - شدة أشعة إكس الناتجة .

١ - قوة نفذية أشعة X- الناتجة .

سأوضح كيف يمكن زيادة

شدة أشعة إكس الناتجة ، قوة نفذية أشعة X- الناتجة ، شدة أشعة إكس الناتجة .

زيادة التيار القليل فتسحق فيزيد عدد الإلكترونات المنبعثة

Soft Dreams

الليزر LASER

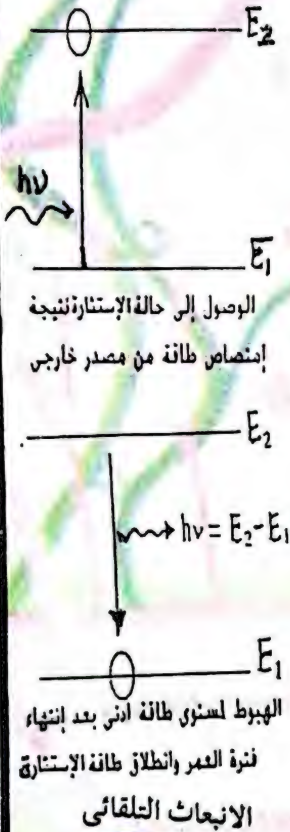
معنى كلمة ليزر:

هي الحروف الأولى من عبارة باللغة الإنجليزية هي:
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
تضخيم (أو تكبير) شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث.

الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث

الانبعاث التلقائي Spontaneous Emission

- ١ - تتحرك الإلكترونات حول نواة الذرة في مستويات تسمى مستويات الطاقة ، أدناها هو المستوى الأرضي Grond state. وهو المستوى الذي تتواجد فيه الذرة في حالتها العادية.
- ٢ - فإذا اعتبرنا أن رمز طاقة المستوى الأرضي (E_1) فإن طاقة المستويات التي تليه يرمز لها E_2, E_3, E_4, \dots
- ٣ - تسمى هذه المستويات مستويات إثارة الذرة Excited States وإذا تواجدت الذرة في أحد هذه المستويات تكون ذرة مثارة Excited Atom.
- ٤ - عند قذف ذرة في حالتها العادية بفوتون أى سقوط فوتون عليها طاقته ($E_2 - E_1$) فإن الذرة تمتص هذا القدر من الطاقة وتنتقل من المستوى الأرضي إلى مستوى الإثارة الأول الذي تبلغ طاقته (E_2).
- ٥ - وبعد فترة وجيزة تسمى فترة العمر Lifetime ومدتها حوالي ($10^{-8}s$) تتخلص الذرة من طاقة الإثارة بإشعاعها على شكل فوتون وتعود الذرة إلى حالتها العادية ويسمى هذا «الإشعاع التلقائي» Spontaneous Emission. وهو الإشعاع السائد في مصادر الضوء العادية.



الانبعاث التلقائي : هو الانبعاث الناتج عن عودة الذرة المثارة تلقائياً إلى الحالة العادية ويكون للفوتون الناتج نفس تردد الفوتون الساقط ولكن يختلف عنه في الاتجاه وفي الطور .

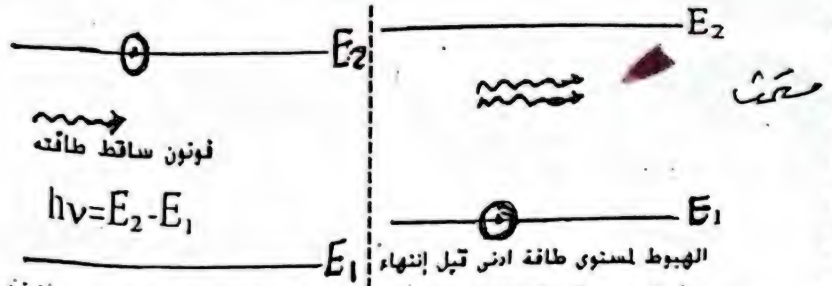
ثانياً: الانبعاث المستحث: Stimulated Emission

في سنة ١٩١٧ أثبت أينشتاين أنه:

- ١ - إذا سقط فوتون طاقته ($E_2 - E_1$) على ذرة مثارة بالفعل وموجودة في مستوى الإثارة (رطب) قبل إنتهاء فترة العمر ، فإن هذا الفوتون يدفع الذرة إلى أن تشع طاقة إثارتها على شكل فوتون آخر. له نفس تردد واتجاه وطور الفوتون الساقط وتعود الذرة إلى المستوى الأرضي كما بالشكل.

٢ - ونلاحظ من ذلك أنه في حالة الإشعاع المستحث يوجد فوتونان الأصلي والمستحث لهما نفس التردد (الطاقة) ويتحركان معا بنفس الطور وفي نفس الاتجاه حيث تكون طاقة كل منهما.

$$\Delta E = h\nu = E_2 - E_1$$



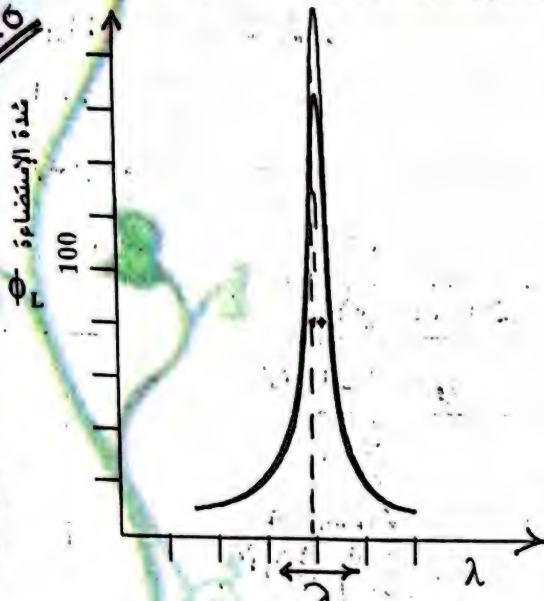
فترة عمر حاله الإستقرار فترة في حالة إثارة ولم تنته بعد فترة عمر الإستقرار انطلاق الفوتونات من ذرات المادة بهذه الكيفية يجعلها تتجمع في حزم متوازية ويصورة مترابطة لمسافات طويلة جدا، وتكون ذات تركيز عال (أى عالية الشدة) على طول مسار الحركة، ولا تعاني من التشتت أو الانتشار الذي تعانيه حزم الفوتونات المنبعثة بالانبعاث التلقائي.

مقارنة بين خصائص الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث

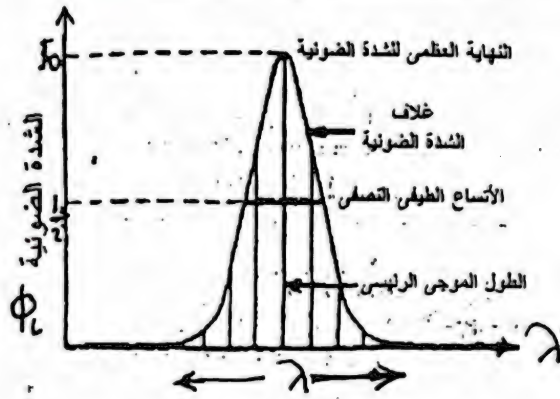
| الانبعاث التلقائي (ضوء المصباح العادى) | الانبعاث المستحث (شعاع الليزر) |
|--|---|
| ١ - يحدث عندما تنتقل الذرات المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى آخر أقل منه فى الطاقة. الفرق بين طاقتى المستويين يخرج على شكل فوتون تلقائيا بعد انتهاء فترة العمر Lifetime وبدون أى مؤثر خارجى. | يحدث عندما تنتقل الذرات المثارة من مستوى طاقة الإثارة إلى مستوى آخر أقل منه فى الطاقة، الفرق بين طاقتى المستويين (ΔE) يخرج على شكل فوتونات بتأثير سقوط فوتونات أخرى خارجية لها نفس الطاقة وذلك قبل انتهاء فترة العمر. |
| ٢ - الفوتونات المنبعثة تغطى مدى طيفيا كبيرا من الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسى (فوتونات غير متجانسة). | الفوتونات المنبعثة جميعها لها طول موجى واحد فقط (متجانسة) Monochromatic. |
| ٣ - تتحرك الفوتونات بعد انبعاثها بصورة عشوائية (فى جميع الاتجاهات). | تتحرك الفوتونات بعد انبعاثها بنفس الطور وفى اتجاه واحد (مترابطة) على شكل أشعة متوازية Coherent, Collimated. |
| ٤ - لا يحتفظ بتركيزها أثناء الانتشار Spreading حيث تتناسب شدة الاشعاع عكسيا مع مربع المسافة التى تقطعها (قانون التربيع العكس). | تظل شدة شعاع الليزر ثابتة لمسافات طويلة (ولا تخضع لقانون التربيع العكسى) وذلك دون تشتت Scattering أو انتشار Spreading على الرغم من طول المسافة المقطوعة. |
| ٥ - يعتبر هذا الانبعاث هو السائد فى مصادر الضوء العادية. | يعتبر الانبعاث السائد فى مصادو الليزر (أساس الليزر). |
| ٦ - | |

خصائص اشعة الليزر

١ - النقاء الطيفي : Monochromaticity



المدى الطيفي لضوء الليزر



المدى الطيفي لأحد ألوان الضوء العادي

حيث يكون شعاع الليزر حزمة تكاد ان تقترب من ان تكون غاية في النقاء من ناحية الطول الموجي والتردد. [لا يوجد طيف متناهي (مطافا مدمج) وإنما وجود لايدي]

ويمكن توضيح معنى النقاء الطيفي باخذ الضوء المنبعث من مصباح الصوديوم او الزئبق والذي نصفه بأنها وحيدة الطول الموجي الا انه بالرغم من وصفها بأنها وحيد الطول الموجي الا انها تحتوى على اطوال موجية حول الطول الموجي الرئيسى الذى يقابل أعلى شدة ضوئية وتقل الشدة الضوئية للاطوال الموجية المضاحبة كلما ابتعدنا عن الطول الموجي الرئيسى لخط الطيف.

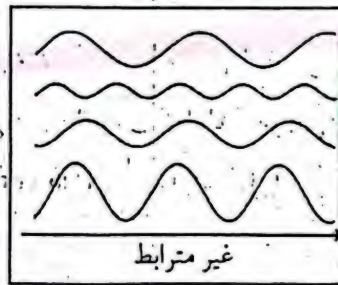
وفى حالة اشعة الليزر يكون الاتساع الطيفي ضئيل جدا فيوصف بأنه غاية في النقاء من ناحية الطول الموجي والتردد أى يكاد ان يكون وحيد الطول الموجي والتردد (monochromatic light).

ليزر

٢ - توازي الحزمة الضوئية : Collimation

أشعة الضوء الليزرى فى حزمة متوازية. حيث تكون أشعة الليزر مجموعة من الأشعة المتوازية تكاد ان تكون زاوية الانفراج لها تساوى صفر. ولذا تحتفظ بشدتها الى مسافات بعيدة جدا (فلا تتبع قانون التربيع العكسى وفيه تتناسب شدة الاستضاءة على سطح تتاسبا عكسيا مع مربع المسافة بينه هذا السطح). [تصل الى القمر دون تفريق يذكر]

ضوء مترابط



٣ - الترابط : Coherence

فى مصادر الليزر تنطلق الفوتونات بصورة مترابطة حيث تنطلق من المصدر فى نفس اللحظة. وتحتفظ فيما بينها بفرق طور ثابت أثناء الانتشار لمسافات طويلة أما فى مصادر الضوء العادى تنطلق الفوتونات بصورة عشوائية غير مترابطة Incoherent

٤ - الشدة : Intensity

الأشعة الضوئية المنبعثة من المصادر العادية تخضع لقانون التربيع العكسى متفرقة

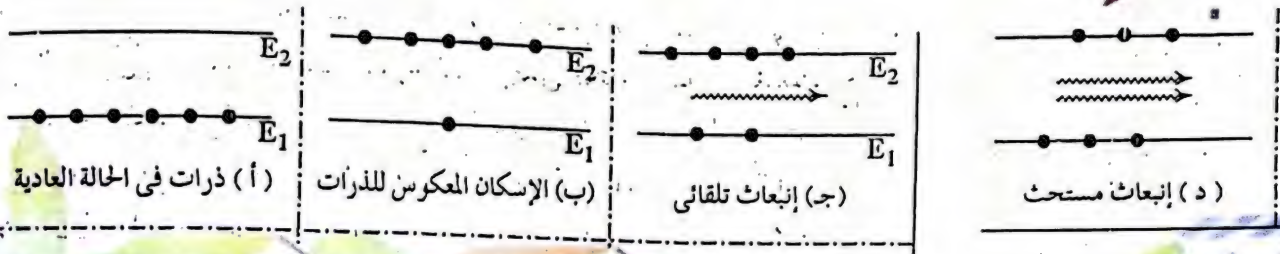
عندما نأخذ الليزر الساقطة على وحدة المساحات من السطح تحتفظ بشدة ثابتة ولا تخضع لقانون التربيع العكسى (متوازية)

نظرية عمل الليزر :

من المعروف أن عدد الذرات في الحالة العادية أكبر من الذرات المثارة في أي وسط فعال [مثل
عدد سكان الأدوار السفلى أكبر من عدد سكان الأدوار العليا]

تعتمد نظرية عمل الليزر على :

- ١ [إثارة أكبر عدد من الذرات للمادة الفعالة حتى يكون عدد الذرات المثارة في مستويات عليا معينة أكبر من عددها في مستوى الطاقة الأقل وهذا هو الإسكان المعكوس
- ٢ : عمل الترتيبات التي تكفل خروج الفوتونات المستحثة في اتجاه معين حتى يتضخم عددها عند مرورها خلال الوسط الفعال عن طريق الانعكاسات المتتالية بين سطحي مرآتين وهذا هو الفعل الليزري .



العناصر الأساسية لليزر:

١ - الوسط الفعال: Active Medium

وهي المادة الفعالة لإنتاج الليزر وهي أنواع مثل :-

- (أ) بلورات صلبة Crystalline solids مثل الياقوت الصناعي Ruby (الطعم)
- (ب) مواد صلبة شبه موصلة Semiconductors مثل بلورات السيليكون
- (ج) صبغات سائلة Liquid Dye مثل الصبغات العضوية المذابة في الماء.
- (د) ذرات غازية : مثل خليط غازي الهليوم والنيون أو غازات متأينة مثل غاز الأرجون المتأين

٢ - مصادر الطاقة Sources of Energy :

وهي المسؤولة عن اكساب ذرات أو أيونات الوسط الفعال الطاقة اللازمة لإثارتها وتكون بأحدى الطرق الآتية :-
(أ) الإثارة بالطاقة الكهربائية : وتستخدم الطاقة الكهربائية المباشرة بإحدى صورتيها

الأولى: استخدام مصادر الترددات الراديوية Radio Frequency waves

الثانية: استخدام التفريغ الكهربى Electric Discharge . بفرق جهد عال

والصورة الثانية تستخدم في أجهزة الليزر الغازية مثل ليزر الهليوم والنيون

(ب) الإثارة بالطاقة الضوئية : وتعرف هذه باسم الضخ

الأولى: المصابيح الوهاجه ،
الثاني: شعاع ليزر مصدر للطاقة



الإثارة بالطاقة الكيميائية: حيث تعطى التفاعلات الكيميائية بين المواد طاقة تؤدي إلى حث جزيئاتها على إنتاج الليزر.
الإثارة بالطاقة الحرارية :

عملية الضخ : هي عملية إمداد المادة الفعالة بالطاقة اللازمة لإثارتها وإحداث حالة

المعكوس والطاقة التي تضخ أما طاقة كهربية أو طاقة ضوئية أو كيميائية أو حرارية

٣ - التجويف الرنيني

وهو الوعاء الذي يحدث فيه التنشيط لعملية التكبير وفيه المادة الفعالة.
(أ) تجويف رنيني خارجي:

وفيه يكون الوسط الفعال في نهائية

مرأتين متوازيتين (كما بالشكل) لا حاله أنواع فكله هنك

وتكون الانعكاسات المتعددة بينهما هي الأساس في عملية التضخيم أو التكبير الضوئي كما في الليزر الغازي
(ب) تجويف رنيني داخلي:

حيث يتم طلاء نهايتي المادة الفعالة لتعمل

كمراةين يحصران بينهما المادة الفعالة، كما في

الليزرات الصلبة بصفة عامة مثل ليزر

الباقوت (شكل ١٠٠). وتكون إحدى المرأتين

شبه منفذة لتسمح بمرور بعض أشعة الليزر المتولدة

تعمل نهايتي الوسط الفعال المصقولتان كسطحين عاكسين

ليزر الهليوم - نيون Helium - Neon Laser

وهو أفضل الليزرات وأكثرها استخداما في الصناعة والجراحة والتصوير المجسم وخلافه وذلك لصغر حجمه وسهولة حمله وقلة مخاطره على الإنسان.

اختيار غازي الهليوم والنيون:

لتقارب قيم طاقة مستويات

الإثارة شبه المستقرة في كل منهما.

تركيب جهاز ليزر الهليوم - نيون:

١ - أنبوبة من زجاج الكوارتز بها خليط

من غازي الهليوم والنيون بنسبة

(1 : 10) تحت ضغط منخفض

حوالي (0.6 mmHg) كما بالشكل

٢ - يوجد عند نهايتي الأنبوبة مرأتان مستويتان

ومتعامدتان على محور الأنبوبة درجة

العكس في احدهما (99.5%) والآخرى

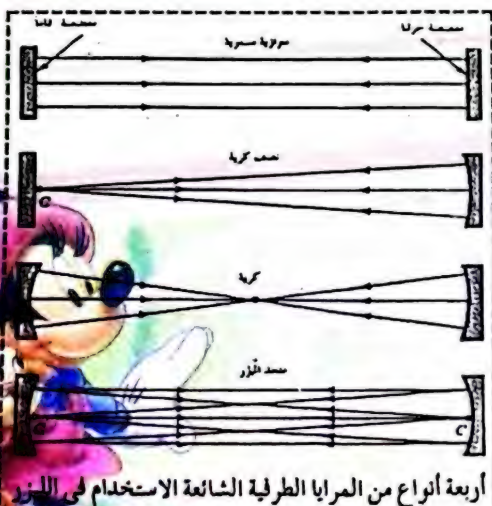
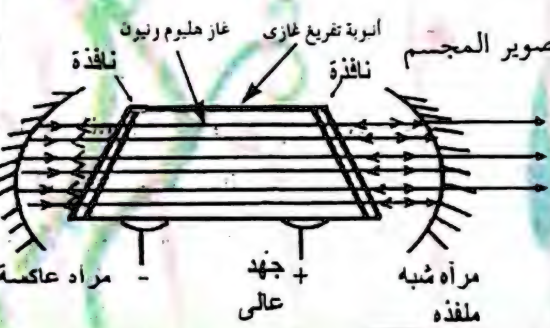
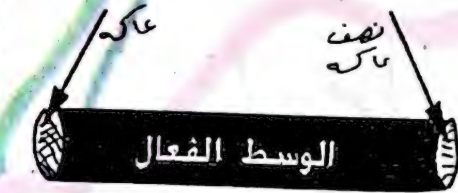
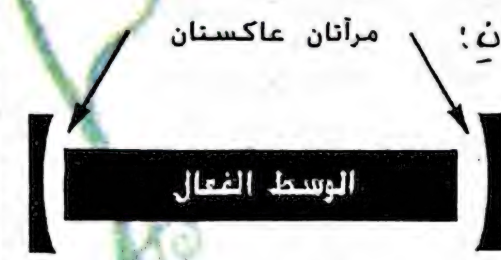
شبه منفذة ودرجة عكسها بنسبة (98%)

كما توجد أربع أنواع مختلفة من المرايا

تستخدم في جهاز الليزر كما بالشكل. الموصى به

٣ - مجال كهربى على التردد ينفذ الأنبوبة من الخارج لإثارة ذرات الهليوم والنيون أو فرق جهد

Electric Discharge. كى هو موصى به الشكل



أربعة أنواع من المرايا الطرية الشائعة الاستخدام في الليزر

الاستقطاب الخطي: لمطاريح فقط

يوجد في مولد الليزر نافذتان W ، W شافتان وتوضع بزوايا بروستر وهي زاوية (57°) ϕ'
الاستقطاب الخطي لموجات الليزر يكون فيها الفقد أقل ما يمكن والضوء العادي يتكون
من مركبتين إحداها في مستوى السقوط والأخرى متعامدة عليه وتخرج أشعة الليزر من
النوافذ مستقطبة خطيا في مستوى السقوط حتى لا تؤذي العين.

عمل الجهاز للحصول على شعاع الليزر:

- 1- تثار ذرات الهليوم إلى مستويات الطاقة العليا بفعل فرق الجهد الكهربائي داخل الأنبوبة.
- 2- تصطدم ذرات الهليوم المثارة بذرات نيون غير المثارة تصادما غير مرئي فتنتقل الطاقة من ذرات الهليوم المثارة إلى ذرات النيون نتيجة تقارب قيم طاقة مستويات الإثارة بين الذرتين فتثار ذرات النيون.

3- يحدث تراكب لذرات النيون المثارة

في مستوى طاقته شبه ستر (عمره 3-10 ثانية) وبذلك يتم عمل الانعكاس في غانج النيون

4. تسيطر بعض ذرات النيون تلقائيا إلى مستوى طاقة أدنى E_1 منتجة فوتونات طاقتها تساوي فرق الطاقة بين المستويين E_2 & E_1 حيث $h\nu = E_2 - E_1$ وتكون اتجاهاتها عشوائية.

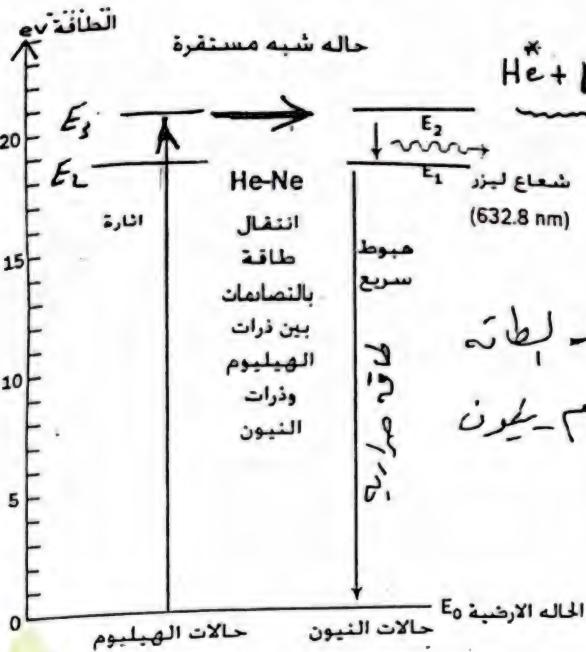
5. بعض هذه الفوتونات يكون اتجاهها موازي أو في محور الأنبوبة فيصطدم بأحدى المرآتين ويرتد للداخل مرة أخرى. موازى للمحور أيضا

6. عند مرور هذه الفوتونات التلقائية التي طاقتها $h\nu = E_2 - E_1$ بذرات النيون المثارة في المستوى E_2 شبه المستقر والتي لم تنقضي فترة عمر الإثارة لها لتستحثها على الهبوط إلى مستوى الطاقة الأدنى E_1 مولدة فوتونات مستحثة متفقة في الطور والاتجاه.

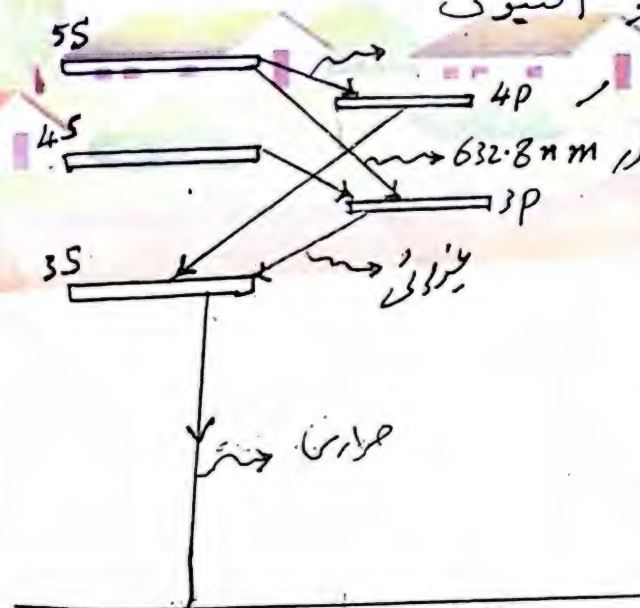
7. تعود ذرات النيون بعد ذلك إلى المستوى الأرضي بفقد الطاقة المتبقية لها في صورة متعددة من الطاقة لتتصادم مع ذرات الهليوم المثارة لتثار مرة أخرى.

8. بتوالي العمليات السابقة وبتوالي عمليات التصادم والإثارة وتصطدم الفوتونات المستحثة بذرات

مما يؤدي إلى تولد فوتونات مستحثة جديدة ويتضخم الشعاع ويمكن جزء منه من النفاذ من المرآة شبه المنفذة.



خطوط مستويات الطاقة
في ليزر هليوم-نيون
[5s → 3p]
الهرط



الانعكاس البادلي بين المرآتين

صور متعددة من

تصادم الفوتونات المستحثة بذرات

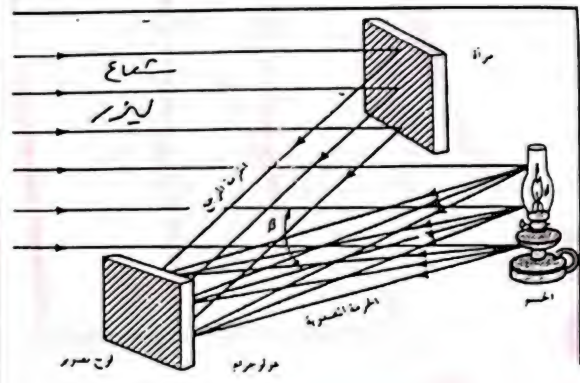
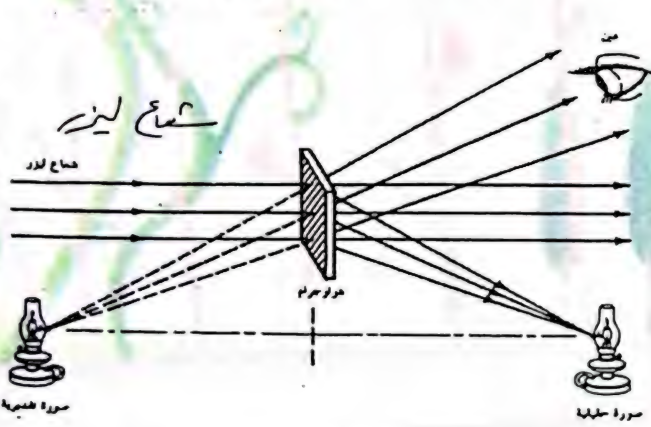
١ - من المعلوم أن صور الأجسام تتكون بتجميع الأشعة الضوئية المنعكسة عن الجسم المضاء والتي تحمل المعلومات منه إلى حيث تتكون الصورة (اللوحة الحساس) وتظهر الصورة نتيجة الاختلاف فى الشدة الضوئية لهذه الأشعة من نقطة إلى أخرى وبذلك تظهر على اللوح الفوتوغرافى المعتاد الاختلاف فى الشدة الضوئية فقط وهو ما يكون الصورة المستوية. Plane Image. وبذلك تظهر الصورة جزء من المعلومات فقط.

تصويراً فياً (أمرئياً)
كله ~ مقطعاً
Hologram
= 918 8105
= 918 8105
= 918 8105

٢ - ونظراً لوجود تضاريس على سطح الجسم فيوجد اختلاف فى طول المسار للأشعة التى تترك الجسم عند وصولها للوح الفوتوغرافى وبذلك هناك اختلاف فى طور الضوء يساوى $\left[\frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فوق المسار} \right]$ كما أن هناك اختلاف فى السعة يظهر كاختلاف فى الشدة الضوئية للأشعة المنعكسة عن أى نقطتين على الجسم وذلك لأن (الشدة الضوئية تتناسب طردياً مع مربع السعة).

٣ - وللحصول على ما فقد من معلومات واستخراجها من الأشعة كان اقتراح العالم (جابر Gabor) المجرى أول من وضع أسس التصوير المجسم أنه يستخدم لذلك أشعة أخرى لها نفس الطول الموجى سميت الأشعة المرجعية Reference Beam وهى حزمة من الأشعة المتوازية، تلتقى هذه الأشعة مع الأشعة التى تترك الجسم المضاء حاملة المعلومات ويتم اللقاء عند اللوح الفوتوغرافى.

٤ - تحدث نتيجة لذلك ظاهرة التداخل الضوئى بين حزمى الأشعة وبعد تحميض اللوح الفوتوغرافى تظهر عليه هدب التداخل الناتجة وهى صورة مشفرة تسمى الهولوجرام Hologram.



(ب) إعادة الصورة [مرحلة ثانية]

(پ) التصوير [مرحلة أولى]

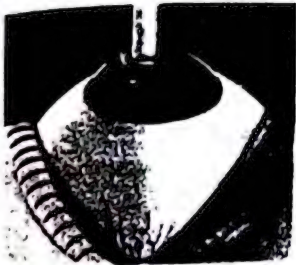
والهولوجرام كلمة مشتقة من مقطعين Holo يعنى الكامل Gramma تعنى الرسالة أى الرسالة الكاملة.

(ج) والمرحلة الثانية هى إعادة تكوين الصورة وتتم بانارة الهولوجرام بأشعة الليزر التى لها نفس الطول الموجى لشعاع الليزر المستخدم فى التسجيل على الهولوجرام والنظر إليه من الجهة الأخرى نرى خلفه وأمامه صورتان متطابقتان للجسم تماماً احدهما تقديرية ويمكن رؤيتها بالعين والثانية حقيقية يمكن تسجيلها وطبع نسخ منها وتتكون الصورتان من حيود موجات أشعة الليزر على الهولوجرام ويمكن النظر إليه من أكثر من جانب لذلك سميت هذه التقنية التصوير المجسم. [فى إعادة التصوير]

فأى جزء من الهولوجرام يعيد الصورة كاملة ولكن أقل كفاءة.

١ - تستخدم أشعة الليزر (أشعة معينة في اجراء عمليات تلحم فيها أجزاء الشبكية المنفصلة بالطبقة التي تحتها. والشبكية Retina تحتوى على خلايا حساسة للضوء.

وأحياناً تصاب العين بأنفصال بعض أجزاء الشبكية وتنفذ الأجزاء المصابة بالانفصال وظيفتها ومالم يتم علاجها بسرعة قد تتعرض إلى انفصال تام للشبكية وتفقد العين قدرتها على الإبصار



وأشعة الليزر التي تستخدم الآن لهذا الغرض وفرت كلا من الوقت والجهد حيث تتم عملية الإلتحام في أجزاء صغيرة من الثانية بتصويب حزمة رفيعة من أشعة الليزر خلال إنسان العين إلى الجزء المصاب بالانفصال وتعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر على إتمام عملية الإلتحام وبذلك تتم حماية العين من التعرض لفقد الإبصار. كما يستخدم الليزر في علاج حلالات قصر وطول النظر وبذلك يستغنى المريض عن النظارة كما تستخدم أشعة الليزر مع الألياف الضوئية في التشخيص والعلاج بواسطة المناظير Endoscopes.

ثالثاً : في الاتصالات :

حيث تستخدم أشعة الليزر والألياف الضوئية في الاتصالات كبديل لكابلات التليفونات.

رابعاً : في الصناعة وعلى الأخص الصناعات الدقيقة. في عمل السدء الصغير والدائرسور

خامساً : في المجالات العسكرية مثل توجيه الصواريخ بدقة عالية

Precision guidance والقنابل الذكية Smart Bombs ورادار الليزر (Laser Radar).

لدواعي الأمان في الحروب يستخدم شعاع ليزر غير مرئي أشعة تحت الحمراء تسقط على الهدف وتنعكس عنه ويمكن توجيه الصاروخ بهذه النبضات المرتدة من الهدف وهكذا يكون الصاروخ موجه بالشعاع المنعكس ليأخذ مساره إلى الهدف بدقة .

قياس المسافات الفلكية بالليزر :

تقدر المسافة بين الأرض والقمر باستخدام انعكاس شعاع الليزر على عاكس مثبت على سطح القمر.

سادساً : في التسجيل على الأقراص المدمجة (أقراص الليزر CDs).

سابعاً : طباعة الليزر حيث يستخدم شعاع ليزر في نقل المعلومات من الكمبيوتر إلى أسطوانة (Drum) عليها مادة حساسة للضوء ثم يتم الطبع على الورق باستخدام الحبر (Toner).

ثامناً : الإبهار الضوئي في العروض المسرحية

تاسعاً : في أعمال المساحة لتحديد المساحات والأبعاد بدقة .

عاشراً : في أبحاث الفضاء وغير ذلك كثيراً .

ملحوظة : ليزر الهليوم يكون طيف مستمر بينما ليزر الياقوت نبض



سؤال فائق : علل - رغم أن ذرة النيون المثارة تشع ضوءاً من طول موجي 6328 Å

الذي يتم

أحمد بركة
٠١٠١٤٩٠٣٦٠٠٠

الإلكترونيات الحديثة

أصل علم الإلكترونيات:

أصل كلمة الإلكترونيات Electronics هو الإلكترون حيث يبنى عمل التطبيقات الإلكترونية على سلوك الإلكترون. الإلكترون الحر: Free Electron

كما في حالة أنبوبة التليفزيون ويخضع الإلكترون الحر للفيزياء الكلاسيكية.

الإلكترون المقيد: Bound Electron

وقد يكون التقيد داخل ذرة أو جزئ أو في جسم المادة ويخضع للفيزياء الكمية.

المواد تكون في الصور الأربع الآتية:

- ١ - في صورة غازية.
- ٢ - في صورة سائلة.
- ٣ - في صورة صلبة.
- ٤ - أو بلازما [نأين]

الإلكترون داخل الذرة:

١ - الإلكترون داخل الذرة يعتبر مقيدا لا يستطيع أن يغادرها بل يحتاج إلى طاقة خارجية

لتحرره وتسمى هذه الطاقة طاقة التأين (طاقة ربط) أي أن طاقته داخل الذرة أقل من طاقته خارجها وهو حر وهذا هو السبب في بقاءه داخل الذرة أي سبب استقرار الذرة. وحكيمة سياسيا لكم رافلا

٢ - حسب نموذج بور (Bohr) فإن هذا الإلكترون طاقته متقطعة القيمة Discrete لأنه يشغل واحدا من مستويات الطاقة Energy levels المسموح بها ولا يمكنه أن يحصل طاقة تقع بين هذه المستويات

أشباه الموصلات النقية: Intrinsic Semiconductors

تنقسم الجوامد من حيث توصيلها للتيار الكهربى إلى:

١ - مواد جيدة التوصيل «الموصلات» Conductors وهى التى توصل الكهرباء والحرارة

بسهولة وهى المواد التى بها وفرة من الإلكترونات الحرة مثل المعادن.

٢ - مواد رديئة التوصيل «العازلات» Insulators وهى التى لا توصل الكهرباء والحرارة

بسهولة والتى يندر بها وجود الإلكترونات الحرة مثل (الخشب والبلاستيك).

٢ - أشباه الموصلات Semiconductors

تصريف أشباه الموصلات:

هى مواد توصل التيار الكهربى فى درجات الحرارة العالية ولا توصل فى

الدرجات المنخفضة وهى بذلك لا تعتبر عازلات كما لا تعتبر موصلات.

واكثرها استخداما السيليكون والجرمانيوم

وتتنمى معظم أشباه الموصلات إلى المجموعة الرابعة فى الجدول الدورى،

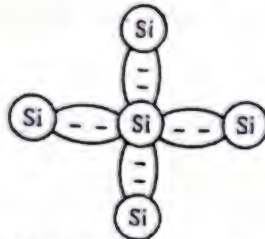
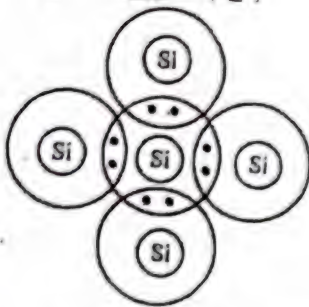
تنقسم أشباه الموصلات الى :-

P - أشباه موصلات نقيه
n - أشباه موصلات غير نقيه

اولا : أشباه موصلات النقيه مثل بلورة الجيرمانيوم أو السيليكون النقيه

تصريف البلورة :

هي ترتيب هندسي منظم للذرات في الحالة الجامدة.



كل ذرة تشارك بأربع إلكترونات تكون 4 روابط

في درجة حرارة منخفضة

الخارجية لكل ذرة سيليكون على ثمانية الإلكترونات بالمشاركة. وعلى ذلك تكون

الإلكترونات السيليكون كالآتي :

١ - الإلكترونات المستويات الداخلية وهي مرتبطة بشدة جذا بالنواة.

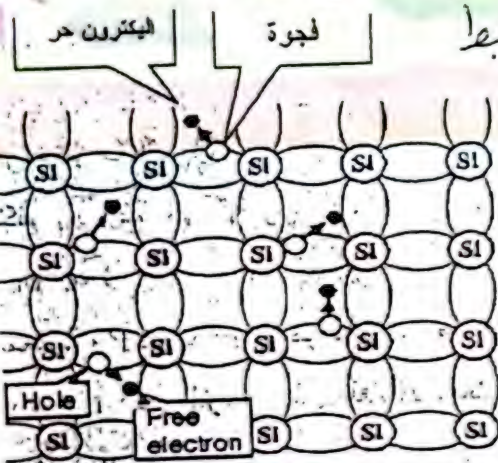
٢ - الإلكترونات التكافؤ Valence Electrons وهي التي ارضية الحرة أكبر في الحركة في أشباه الموصلات

- في درجات الحرارة المنخفضة تكون

تكون جميع الروابط سليمة ولا يوجد إلكترون حر وبذلك تكون عازلة

- عند رفع درجة الحرارة تنكسر بعض الروابط ويطلق إلكترون حر مثل دبرته

ناجح يسمى فجوة - أو سقط ضوء طاقته كانه في هذه الحالة يصبح السليكون موصله كهرباء



لا نسمى الذرة التي كسرت أحد روابطها أيونا لأن الفجوة سرعان ما تكتسب الإلكترونات أخرى إما من رابطة مجاورة أو من الإلكترونات الحرة فتعود الذرة متعادلة كما كانت وتنتقل الفجوة إلى رابطة أخرى وهكذا.

بلورة سيليكون في درجة حرارة الغرفة

أ بارتفاع درجة الحرارة تنكسر روابط أكثر وتزيد عدد الإلكترونات الحرة والفجوات

عندما تنكسر رابطة تحتاج إلى طاقة وعندما تلتصم رابطة تعطى طاقة وكلاهما

متساوي. حتى يحدث حالة إتزان حراري ديناميكي أي عدد الروابط التي تنكسر

تركيز الإلكترونات الحرة (ni) = تركيز الفجوات الموجبة (Pi) = مقدار

$$n \cdot P = n_i^2$$

قانون فعل الكتلة في أشباه الموصلات

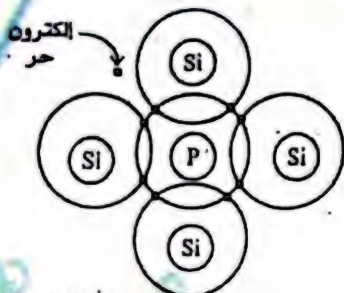
Soft Dreams

إلكترونات الحرة صغره أيضا ولكن في حين أكيد دحوا البلورة ذاتي
 كسر الرابطة طاته [صرايه - صوبع] وعند الإلحاق الرابطة تنطاله طاته
 كل من الإلكترونات والفجوات صركه متوازية
 التوصل الكدب يفسر لاسبابه الموصلات بمركة الإلكترونات والفجوات
 وما يجر كان في إناهيه صغرها دين [إستار إلكترون - اصطلاحا]

التطعيم (إضافة الشوائب) لبلورات أشباه الموصلات: Doping of a Semiconductor

التطعيم يقصد به إضافة كمية قليلة من ذرات مادة أخرى إلى بلورة شبه الموصل بهدف زيادة عدد الإلكترونات الحرة أو الفجوات فيها والمادة المضافة تسمى الشوائب ويطلق على بلورة شبه الموصل التي تطعم بذرات من مادة شائبة أخرى بلورة شبه موصل غير نقية وتنقسم بلورات أشباه الموصلات غير النقية إلى نوعين حسب نوع مادة الشوائب

أولا: البلورة من النوع (n) - n-type semiconductor

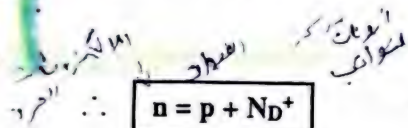


$$n = P + N_D^+$$

∴ في الدرجات المنخفضة

أما البلورة السكبه
 إضافة عنصر ص المبره الخاصه سكر
 النوسكر (P) أو الاثنيون (5p) يحل محل
 ذره السليكون . وتكون ردا بها
 مع الجيران ويبقى إلكترون حر
 خارج هذه الرابطة الأربع

وتصبح الذره التي كبه أيون موجب - ويصنع الإلكترون الحر هذا
 إلى الإلكترونات الحرة وتسمى هذه الذره التي كبه ذره معطيه
 Donor ورمزها لا تراه ويكون :



$$n = p + N_D^+$$

فإذا كان (N_D^+) هو تركيز أيونات الشوائب المعطية (Donor)

$$n \approx N_D^+$$

ويتضح في هذه الحالة أن (n) أكبر من (P)

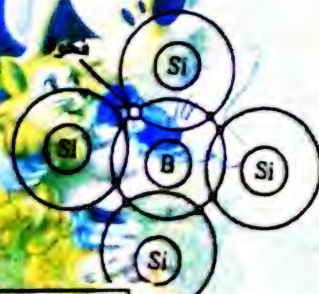
[n > p] وتصبح هذه المادة من نوع [n-type]

(n) هو تركيز الإلكترونات الحرة

(P) هو تركيز الفجوات

وتصبح الشوائب التي كده هي الإلكترونات وتسمى بلورة سكر
 ولكن سكر له كدب

ثانياً: البلورة P-Type



$$P = N_A + n$$

في الدرجات المنخفضة

$$P \approx N_A$$

N_A تركيز ذرات الشائبة

إضافة ذرات عنصر ثلاثي مثل البورن (B) يرتبط مع

4 ذرات سيليكون وتبقى رابطة ناقصة تسمى فجوة

موجة وتسمى الذرة الشائبة مستقبلة Acceptor (رأيون سكر)

وبذلك يزيد تركيز الفجوات . وتصبح الشوائب التي كده هي الفجوات

$$P = N_A + n$$

عينة من بلورة الجرمانيوم النقي. تركيز الفجوات (أو الإلكترونات الحرة) في السم² منها 10^{13} عند درجة حرارة الغرفة. وعندما طعمت بذرات الأنثيمون انخفض تركيز الفجوات بها إلى 10^{11} في السم² عند نفس درجة الحرارة احسب تركيز الإلكترونات الحرة عندئذ.

مثال (11):

الحل: $n_i^2 = n \cdot p$ $n = ?$

في شبه الموصل (N-type) يكون حاصل ضرب كثافة الإلكترونات وكثافة الفجوات كما يأتي.

$n \cdot p = n_i^2$

$n_i = 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ and $p = 10^{11} \text{ cm}^{-3}$

$\therefore n = \frac{n_i^2}{p} = \frac{(10^{13})^2}{10^{11}} = \frac{10^{26}}{10^{11}} = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$

إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السيليكون النقي $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ اضيف إليه فوسفور بتركيز 10^{12} cm^{-3} احسب تركيز الإلكترونات والفجوات في هذه الحالة.

مثال (12):

هل السيليكون يصبح n-type أو p-type ؟

- احسب تركيز الألومنيوم المطلوب اضافته حتى يعود السيليكون نقياً مرة أخرى (كمالوجان نقياً)

الحل: $n \cdot p = n_i^2$ $n = 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ $p = \frac{n_i^2}{n}$

$\therefore p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(10^{10})^2}{10^{12}} = \frac{10^{20}}{10^{12}} = 10^8 \text{ cm}^{-3}$

يصبح السيليكون شبه موصل من النوع n-type لأن تركيز الإلكترونات أكبر.

دعنا نعيد كمالوجان نقياً بضماد عنصر السيليكون «دولابسيوم» بتركيز $N_A = 10^{12} \text{ cm}^{-3}$

مقارنة بين البلورة السالبة والبلورة الموجبة

| البلورة الموجبة P - type | البلورة السالبة n - type | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| عنصر ثلاثي مثل البورون B | عنصر خماسي مثل الأنثيمون Sb | تكافؤ الشائبة |
| الفجوات | الإلكترونات | حاملات الشحنة |
| ذرة مكتسبة Na^- وتصبح أيون سالب | ذرة مانحة Nd^+ وتصبح أيون موجب | الذرة الشائبة بعد التطعيم |
| $p = n_i$ | $n = p + Nd^+$ | عند الإتزان |
| $p > n$ $p = Na^-$ | $n > p$ $n = Nd^+$ | نسبة التركيز |

$p = \frac{n_i^2}{Nd^+}$

١- رفع درجة الحرارة عدد الإلكترونات
٢- إضافة سمع خاص
٣- إضافة سمع خلاص

المكونات أو النباط الإلكتروني

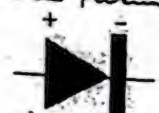
تعريف المكونات أو النباط: Devices : هي وحدات البناء التي تبني عليها كل الأنظمة الإلكترونية.

(1) مكونات بسيطة:

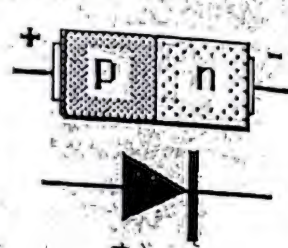
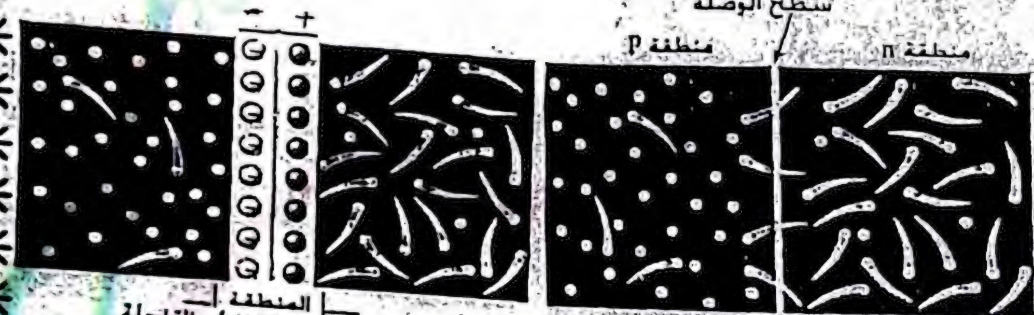
(2) مكونات أكثر تعقيداً:

مثل المقاومة (R) وملف الحث (L) والمكثف (C) والمفتاح Switch والمنحكم فى التيار (Relay).
مثل الوصلة الثنائية Pn - junction (دايود) والترانزستور Transistor بأنواعه. كما
توجد نبائط أخرى متخصصة مثل نبائط كهروضوئية وغيرها وتتميز أشباه الموصلات والتي
تصنع منها أغلب النباط بحساسيتها للعوامل المحيطة بها مثل الضوء والحرارة والضغط
والتلوث الذرى والكيميائى ولهذا تستخدم كمحسات Sensors أى كوسائل قياس لهذه العوامل

انتقال الإلكترونات من n إلى p



الوصلة الثنائية n - P junction : وتسمى الدايدود



رمز الوصلة الثنائية

وصف: عبارة عن بلورة سلبية وبلورة موجبة ومجرد تكون

الوصلة الثنائية عند منطقة الالتحام كما بالشكل يحدث:

١ - تعبر بعض الإلكترونات الحرة من البلورة السالبة n-type فى اتجاه البلورة الموجبة p-type لتملء

عدد مساوى لها من الفجوات القريبة ويستمر الانتقال لفترة صغيرة جداً

٢ - وحيث أن البلورتان متعادلتان فى الأصل ويحدث نتيجة هجرة الإلكترونات يصبح

الجهد على البلورة السالبة جهد موجب (شحنة موجبة) وعلى البلورة الموجبة جهد

سالب (شحنة سالبة) وينشأ بينهما فرق جهد يسمى جهد الحاجز يعمل على منع انتقال مزيداً عن الإلكترونات بينهما

٣ - انتقال الإلكترونات من البلورة السالبة بسبب نقص فى نسبتها مما يسبب كسر روابط

جديدة وتكوين فجوات أخرى زيادة فى السالبة يعتبر ذلك كما لو انتقلت فجوات من

البلورة الموجبة إلى البلورة السالبة حتى يتوقف ذلك.

٤ - تظهر منطقة خالية من حاملات الشحن بينهما تسمى منطقة خالية أو قاحلة تفصل

بينهما وعليها جهد موجب البلورة السالبة وجهد سالب على الموجبة. وينشأ فيها مجال كهربى

تيار الانتشار:

هو التيار الناتج عن هجرة الإلكترونات

من البلورة السالبة نحو البلورة الموجبة.

٥ - يؤدي المجال بينهما على دفع تيار من الإلكترونات

فى اتجاه البلورة السالبة يسمى تيار الانسياب.

تيار الانسياب:

هو التيار الناتج بسبب وجود فرق جهد

بينهما يدفع الإلكترونات من البلورة

البلورة (n).



٦ - يحدث حالة إتران عندما يساوى تيار الانسياب

الانسياب وهما متساويان ومتضادان في اتجاههما

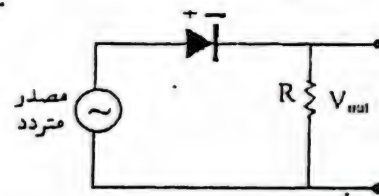
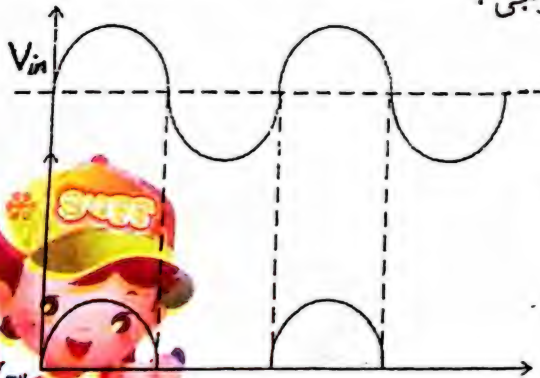
صفر.



مقارنة بين التوصيل الأمامي والتوصيل الخلفي للوصلة الثنائية (الدايود)

| التوصيل الخلفي | التوصيل الأمامي | |
|---|--|-----------------|
| توصيل البلورة السالبة بالقطب الموجب والبلورة الموجبة بالقطب السالب . | توصيل البلورة السالبة بالقطب السالب والموجبة بالقطب الموجب . | طريقة التوصيل |
|  |  | الرسم |
| يزيد فرق الجهد بينهما مجال البطارية والمجال الداخل في نفس الاتجاه . | يقل فرق الجهد بينهما مجال البطارية عكس المجال الداخل . | الجهد الحاجز |
| يزيد اتساعها . | يقل اتساعها . | المنطقة الفاصلة |
| لا يمر التيار . | يمر التيار . | مرور التيار |
| تعمل مفتاح مفتوح . | تعمل كمفتاح مغلق . | العمل |
| تزيد المقاومة بين طرفي الوصلة عند قياسها بالأوميتير . | تقل المقاومة بين طرفي الوصلة عند قياسها بالأوميتير . | قياس المقاومة |
|  |  | الرمز |

الترجيح •• الوصل الثنائية تعمل على تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي ، أى جعل التيار يسير في اتجاه واحد لأن التيار المتردد يمر في اتجاهين عند توصيله مع الوصلة الثنائية نجد في أنصاف الموجات الموجبة يكون التوصيل أمامي تسمح له بالمرور وفي الإنصاف السالبة يكون التوصيل خلفي فلا يمر تيار وبذلك يصبح التيار مقوم نصف موجي .

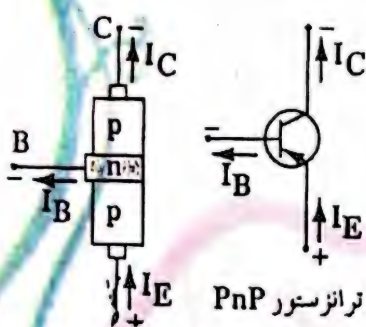


ويمكن استخدام 4 وصلات ثنائية لتقويم التيار تقويم موجي كامل

تمن العالم وليام شوكل من إنتاج أول وصلة ترانزستور عام (1955)

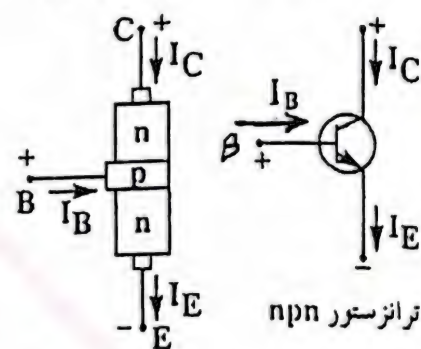
يتكون من بلورتين متشابهتين بينهما شريحة رقيقة من بلورة مخالفة و يستخدم فى تكبير القدرة الكهربائية والجهد الكهربى . وتتميز الترانزستورات بصغر الحجم وخفة الوزن ورخص الثمن ، كما أنها تستخدم لمدة طويلة ، ولذلك فإنها تستخدم استخداما واسعا فى أجهزة الراديو والتليفزيون ، وأجهزة التقوية و الآلات الحاسبة الإلكترونية ، والكمبيوتر وغيرها من الأجهزة الإلكترونية .
أنواعه : توجد أنواع كثيرة من الترانزستورات ذات خواص وتطبيقات متعددة ، ومن أهم الأنواع :

ترانزستور $p.n.p$



ترانزستور PnP

ترانزستور $n.p.n$



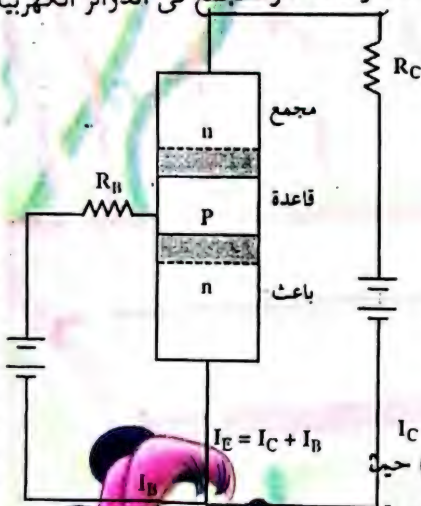
ترانزستور npn

$$I_E = I_C + I_B \quad (1)$$

وفيما يلى تركيب الترانزستور من النوع (n.p.n) .

- ١ - منطقة الباعث (E) شبه موصل (n-type) بها نسبة شوائب عالية.
- ٢ - منطقة القاعدة (B) شبه موصل (p-type) وعرضها صغير للغاية وهى قليلة الشوائب نسبيا وتتوسط الباعث والمجمع.
- ٣ - منطقة للمجمع (C) «n-type» نسبة الشوائب بها أقل من الباعث وعادة يكون للترانزستور ثلاثة أسلاك توصيل معدنية تستخدم عند توصيل كل من الباعث والقاعدة والمجمع فى الدوائر الكهربائية

عمل الترانزستور: من النوع (n-p-n)



- ١- يوصل الباعث E مع لقاعدة B أو إلى
- ٢- يوصل المجمع C مع القاعدة B خلف
- أو القاعدة يوصى بالسحب للباعث والمجمع
- يوصى بالسحب للقاعدة

فى هذه الحالة تنطلق الإلكترونات من الباعث (n) السالب إلى القاعدة (P) حيث تنتشر بعض الوقت إلى أن يلقفها المجمع (n) الموجب ولكن لأن الإلكترونات تنتشر فى قاعدة مليئة بالفجوات فإن عملية الإلتئام Recombination التى تتم فى القاعدة تستهلك نسبة من هذه الإلكترونات فإذا كان تيار الإلكترونات المنطلق من الباعث هو (I_E) فإن ما

حيث $I_C = \alpha I_E$



$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

وهو أقل من 1

إثبات العلاقة بين (β_e, α_e)

في الترانزستور

$$\therefore I_E = I_C + I_B$$

(α_e) هي نسبة ما يصل من تيار الباعث إلى الجمع

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} \rightarrow I_C = \alpha_e \cdot I_E$$

$$\beta_e \text{ هي تكبير التيار في الترانزستور } \beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e \cdot I_E}{I_E - I_C} = \frac{\alpha_e \cdot I_E}{I_E (1 - \alpha_e)} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} \Rightarrow \alpha_e = \frac{\beta_e}{1 + \beta_e} \quad (\alpha_e) \text{ هي نسبة ما يصل من تيار الباعث إلى الجمع}$$

α_e دائماً أقل من الواحد

معامل التكبير: (β_e) هي النسبة بين التغير في شدة تيار المجمع (ΔI_C) إلى التغير في شدة تيار القاعدة (ΔI_B)

معنى ذلك عند دخول آت إشارة صغيرة على القاعدة فإنه يظفر
تأثير كبير في تيار الجمع وهذه ندره الترانزستور في التكبير

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} \quad \alpha_e = \frac{I_C}{I_E} \quad \beta_e = \frac{I_C}{I_B} \quad I_C = \beta_e \times I_B$$

1. ترانزستور له $\alpha_e = 0.99$ احسب β_e ثم احسب تيار المجمع إذا كان تيار القاعدة $100 \mu A$

الحل

$$\therefore \beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} = \frac{0.99}{1 - 0.99} = \frac{0.99}{0.01} = 99$$

$$\therefore \beta_e = \frac{I_C}{I_B} \quad \therefore 99 = \frac{I_C}{100 \times 10^{-6}} \quad \therefore I_C = 99 \times 10^{-4} A$$

2. إذا كانت الإشارة الكهربية في قاعدة الترانزستور $200 \mu A$ ومطلوب ان يكون تيار المجمع $10 mA$ احسب β_e ثم α_e .

الحل

$$\textcircled{1} \therefore \beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{10 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-6}} = \frac{1000}{20} = 50$$

$$\textcircled{2} \beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} \quad \therefore 50 = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} \quad \therefore \alpha_e = \frac{50}{51}$$

$$\alpha_e = 0.98$$

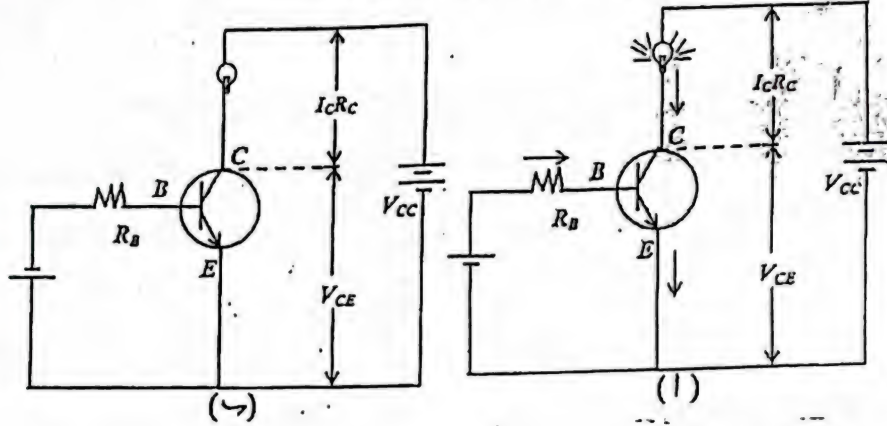
$$\alpha_e =$$

$$I_C = 0.0102$$

الشكل المقابل يوضح الدائرة الكهربائية لترانزستور يعمل كمفتاح (Switch) حيث
• الدائرة توضح توصيل الترانزستور n P n كمفتاح حيث يكون

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C \cdot R_C \quad (1)$$

حيث V_{CC} جهد البطارية الرئيسية ، V_{CE} جهد الخرج وهو فرق الجهد بين الباعث والمجمع I_C تيار المجمع R_C مقاومة دائرة المجمع .



• في الدائرة (ا) :

الترانزستور n P n كمفتاح في حالة توصيل (غلق) on حيث يتصل على القاعدة جهد موجب وهي بلورة موجبة وبذلك يكون توصيل أمامي (باعث - قاعدة) يمر تيار I_B

$$I_C = \beta_e \cdot I_B$$

وحيث أن العلاقة :

يكون تيار I_C كبيرة ويكون $I_C R_C$ كبير . أى يمر تيار في دائرة المجمع ولو كان بها مصباح كما بالدائرة (أو مقاومة) يمر به التيار ويضيئ أى أصبح الترانزستور مفتاح

موصّل (مغلق) يمر تيار $I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$ من العلاقة (١) حيث V_{CC} مقدار ثابت

، عندما تكون $I_C R_C$ كبير يكون الخرج V_{CE} صغير أى الدخل وهو تيار القاعدة كبير يكون الخرج أى فرق الجهد بين الباعث والمجمع صغير .

• في الدائرة (ب) :

الترانزستور مفتوح في حالة قطع التوصيل (فتح) Off .

حيث تتصل القاعدة بجهد سالب وهي بلورة موجبة أو تفتح دائرة القاعدة فلا يمر تيار

في دائرة القاعدة $I_B = 0$ ويكون $I_C = 0$ فلا يمر تيار في دائرة المجمع ولا في

المصباح (المقاومة) R_C تعتبر دائرة مفتوحة (off) وحسب العلاقة (١) يكون V_{CE}

كبير وهي الخرج (أى الدخل صغير I_B)

يكون الخرج كبير أى يعتبر الترانزستور

نبيلة عاكسة وهو استخدام آخر

للترانزستور (كبوابة عاكس) .



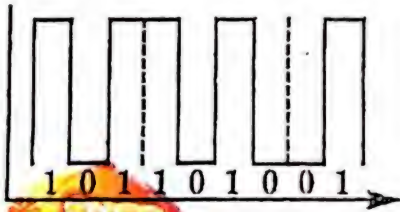
الإلكترونيات الرقمية Digital Electronics

عملية إرسال والاستقبال تعتمد على تدارك المعلومات على شكل كلمات مكتوبة أو مصداق أو مصدر وعلم تمثيل المعلومات بإعدادات على طريقتين أو نظام وهما الإلكترونيات التناظرية - الرقمية.

- مقارنة بين الإلكترونيات التناظرية والرقمية

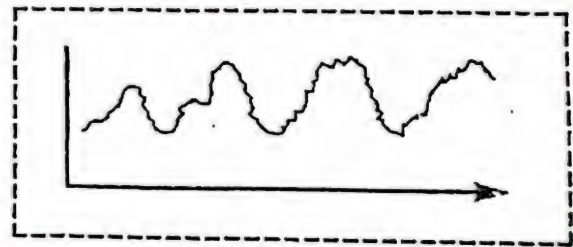
الإلكترونيات الرقمية: Digital Electronics

- ١ - تتعامل مع الكميات الطبيعية بعد تحويلها إلى شفرة غير متصلة (غلق، فتح) أي كود $[0, 1]$.
- ٢ - لا تتأثر بالعوامل الطبيعية فهي رقمان 0، 1 (غلق أو فتح).
- ٣ - لا تتأثر بالشوشرة والضوضاء وتنفصل بسهولة.
- ٤ - يتم التعامل عن طريق رقمين فقط.
- ٥ - يسهل تخزينها على هيئة حفرة.
- ٦ - دوائرها سهلة وبسيطة.
- ٧ - التمثيل.



الإلكترونيات التناظرية Analog Electronics

- ١ - تتعامل مع الكميات الطبيعية كما هي حيث تتحول إلى إشارة كهربائية متغيرة.
- ٢ - تتأثر بدرجة حرارة الجو والعوامل المحيطة.
- ٣ - تؤثر فيها الشوشرة ولا تقاومها ويصعب فصل الشوشرة عن الإشارة.
- ٤ - يتم التعامل مع التيار وتغيراته.
- ٥ - يصعب تخزينها والاحتفاظ بها.
- ٦ - يصعب تصميم الدائرة الكهربائية المستخدمة.
- ٧ - التمثيل.



أساس عمل الإلكترونيات الرقمية:

يعتمد على المنطق الرقمي ويتم بطريقتين وهو نظام عددي للأساس 2 والنظام الثنائي له رمزان فقط 1 و 0



| | | | |
|------------------|---------|--------|--------------------------------------|
| | | (يمين) | |
| $55 \div 2 = 27$ | والباقي | 1 | أوجد المكافئ الثنائي للعدد (55) |
| $27 \div 2 = 13$ | والباقي | 1 | ويكتب العدد الثنائي من أعلى إلى أسفل |
| $13 \div 2 = 6$ | والباقي | 1 | (ومن اليمين إلى اليسار) هكذا |
| $6 \div 2 = 3$ | والباقي | 0 | $[110111]_2$ |
| $3 \div 2 = 1$ | والباقي | 1 | |
| $1 \div 2 = 0$ | والباقي | 1 | |
| | | (يسار) | |

والعكس نأخذ تحويل العدد الثنائي $[110111]_2$ إلى العدد العشري .

$$\begin{matrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{matrix} = 1 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^5$$

$$= 1 + 2 + 4 + 0 + 16 + 32 = 55$$

مميزات الإلكترونيات الرقمية:

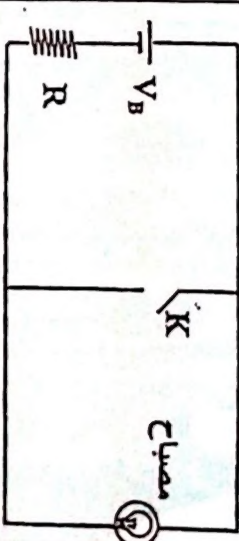
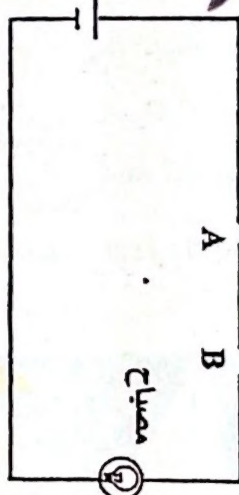
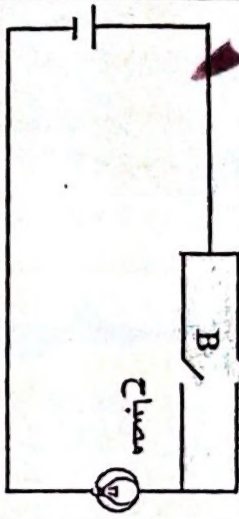




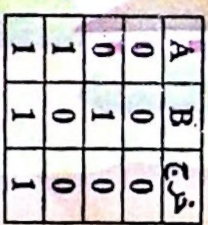
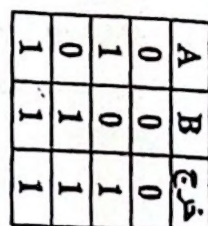
- ١ - تنتقل الاشارات الرقمية لمسافات طويلة دون تشويه لأن الاشارة الرقمية لا تتأثر بالضوضاء
- ٢ - تحتاج الاشارة التناظرية (التمثيلية) إلى تكبير ولكن الضوضاء أو الشوشرة المضافة إليها يحدث لها تكبير هي الأخرى فإذا كانت الاشارة ضعيفة والشوشرة كبيرة، اختفت الاشارة الأصلية
- ٣ - الإشارة الرقمية تناسب الاستخدامات التكنولوجية الحديثة على نطاق واسع مثل التليفون المحمول والقنوات الفضائية الرقمية وأقراص الليزر المدمجة (CD) . وأجهزة معالجة البيانات مثل أجهزة الكمبيوتر فكل ما يدخل إلى الكمبيوتر سواء أعداد أو حروف يتحول إلى شفرات ثنائية (Binary Code) كذلك تجزأ الصور إلى عناصر صغيرة تسمى (pixels) وتحول أيضا إلى شفرة . ويقوم الكمبيوتر بجميع العمليات الحسابية باستخدام الجبر الثنائي كما يقوم بتخزين المعلومات في الذاكرة المؤقتة (RAM) أو الذاكرة المستديمة مثل القرص الصلب (Hard Disk) على شكل مغنطة في اتجاه معين مما يعنى (0) والمغنطة في اتجاه مضاد مما يعنى (1) .
- ٤ - الإلكترونيات الرقمية سهلة التصميم والبناء من مكونات بسيطة .

البوابات المنطقية: Logic Gates

هي دوائر تستطيع أن تقوم بعمليات منطقية مثل العكس (NOT) والتوافق (AND) والاختيار (OR) وهي مبنية على الجبر الثنائي وهو أساس الإلكترونيات الرقمية وتعتمد كثير من التطبيقات الحديثة للإلكترونيات مثل دوائر الحاسب ووسائل الاتصالات الحديثة على هذه الدوائر الرقمية والتي يطلق عليها البوابات المنطقية ، وتسمى بوابات لأنها تعمل كمداخلات تسمح بمرور المعلومة أو لا تسمح ومنطقية لأنها تعمل وفق قواعد منطقية أساسها $[1, 0]$.

وكل بوابة أو أكثر من بوابات متصلة معا لها جدول تحقيق يتكون من الكود 0 , 1

الوحدات المنطقية LOGIC GATES

| A-B الاسم | عكس NOT = | ترافق AND = | اختير OR = |
|----------------------------|---|--|---|
| الدائرة الكهربائية للعلاقة |  |  |  |
| عليها | عند الغلق لا يضيء المصباح وعند الفتح يضيء | لا يضيء المصباح إلا إذا انطلق مدخلان أو أكثر (على يسار الرمز) مخرج واحد (على يمين الرمز) | يضيء المصباح إذا انطلق أى من المفاتيح A or B مدخلان أو أكثر (على يسار الرمز) مخرج واحد (على يمين الرمز) |
| المدخل | مدخل واحد (على يسار الرمز) | مدخلان أو أكثر (على يسار الرمز) | مدخلان أو أكثر (على يسار الرمز) |
| المخرج | مخرج واحد (على يمين الرمز) | مخرج واحد (على يمين الرمز) | مخرج واحد (على يمين الرمز) |
| الرمز |  |  |  |
| | <p>مدخل</p> <p>خروج</p> | <p>مدخل</p> <p>خروج</p> | <p>مدخل</p> <p>خروج</p> |
| | <p>HIGH — LOW</p> <p>LOW — HIGH</p> | <p>HIGH — HIGH</p> <p>LOW — LOW</p> | <p>HIGH — HIGH</p> <p>LOW — LOW</p> |
| |  |  |  |
| | <p>يضيء كل مرة الماء الكهربائي يضيء المصباح عندما يغلق الماء ويكون مغلقاً عندما يكون الماء بارد</p> | <p>عندما يقرر المزارع رى العزرة عند الغروب وفي جحر بارد بواسطة الرشاش الآتوماتيك</p> | <p>منبه الخطر يعمل إذا كان هناك دخان أو درجة حرارة مرتفعة</p> |



أولاً: استخدام الترانزيستور في البوابات المنطقية:

لا ينظر إليه على أنه مكبر (Amplifier) بل على أنه مفتاح (Switch) وهكذا يمكن أن نوظف الترانزيستور على أنه Inverter (Notgate) عاكس أو أنه دائرة توفيقية (AND Gate) إذا كان له أكثر من باعث بحيث لا يوصل تياراً إلا إذا كان كل باعث عليه جهد موجب أى (1) كذلك يمكن تصور الترانزيستور على أنه بوابة اختيار (Or Gate) إذا كان لدينا زوج من الترانزيستور على التوازي بحيث يكفي أن يوصل أحدهما التيار إذا توافر (1) على أى من الدخيلين فيكون الخرج (1).

ثانياً: استخدام الترانزيستور في صنع دوائر الذاكرة:

(أ) الذاكرة المؤقتة: (RAM)

وفيها يتم الاحتفاظ بالرقم (0) أو الرقم (1) إلى أن يزول التيار فيزول ما تم تخزينه. (ب) الاحتفاظ بالبيانات (Data): ولذلك تخزن هذه البيانات على القرص الصلب (Hard Disk) ولا يتم محوها منه إلا بتعليمات من المستخدم

كذلك يتم الاحتفاظ بالمعلومات بصفة دائمة باستخدام الأقراص المدمجة CD، حيث يتم تسجيل الشفرات برمز 0 و 1 بواسطة شعاع ليزر يحفر حفرة في قرص بلاستيك ليرمز إلى 1 وعدم وجود حفرة يعنى 0. وتسمى هذه العملية الكتابة Write. ولاسترجاع المعلومات (أغنية أو فيلم) Read فإن قارئة الليزر CD Drive تقرأ ما سبق تسجيله بواسطة شعاع ليزر يستدل على 0 أو 1 التى تم تسجيلها من قبل كاميرات تصوير بالنظام الرقمي.

وقد ظهرت حديثاً حيث تتحول الصور إلى إشارات رقمية يتم تداولها وإرسالها قطعة قطعة Pixel by Pixel.

تم بحمد الله شرح المنهج كاملاً في يوم / / ١٤٠١

وَسَلِّمُ عَلَى الْمُرْسَلِينَ



سُبْحَنَ رَبِّكَ رَبِّ الْعِزَّةِ عَمَّا يَصِفُونَ

صدق الله العظيم



وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

أحمد إمام أحمد

خبير الفيزياء بوزارة التربية والتعليم

ت. 0101490360

«الأعداد والكود الثنائي لها»

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 29 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 30 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 31 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 33 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 34 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 35 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 36 | | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 37 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 38 | | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 39 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 11 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 41 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 42 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 13 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 43 | | 1 | 1 | 1 | 0 | 14 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 44 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 46 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 47 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 18 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 19 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 49 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 20 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 50 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 21 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 51 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 22 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 52 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 23 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 53 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 54 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 55 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 26 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 56 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 27 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 57 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 28 |